



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE E COR DE RESINAS COMPOSTAS APÓS BRANQUEAMENTO

Trabalho submetido por
Inês Magalhães Amado
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

setembro de 2016



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE E COR DE RESINAS COMPOSTAS APÓS BRANQUEAMENTO

Trabalho submetido por
Inês Magalhães Amado
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Alexandra Pinto

setembro de 2016



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE E COR DE RESINAS COMPOSTAS APÓS BRANQUEAMENTO

Trabalho submetido por
Inês Magalhães Amado
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Alexandra Pinto

e coorientado por
Inês Caldeira Fernandes

setembro de 2016

Agradecimentos

À minha orientadora Professora Alexandra Pinto pela sua dedicação, apoio, acessibilidade, perfeccionismo e paciência, que é bem precisa durante toda a elaboração deste trabalho.

À minha coorientadora Professora Inês Caldeira Fernandes pela sua disponibilidade, ajuda e tempo despendido para a realização deste trabalho.

À Professora Doutora Ana Mano Azul, por todo o apoio, empenho e boa disposição em todas as áreas durante este trabalho e todo o curso.

Ao Professor Mário Polido pelo auxílio que prestou ao possibilitar o uso de instrumentos essenciais para a correta execução da investigação.

À Sr^a Eng^a Isabel Nogueira, pela sua presença muito prestável na análise com o Microscópio Eletrónico de Varrimento e por todos os conhecimentos que me transmitiu para uma melhor conclusão deste trabalho.

Ao Professor Luís Proença por todos os ensinamentos que me transmitiu e pela grande ajuda na análise estatística deste trabalho.

Ao Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz por todos os anos de formação e por me disponibilizar o melhor suporte para a minha vida profissional.

À minha família por estarem presentes em todos os momentos da minha vida, dando apoio nos bons e nos maus momentos.

Ao meu namorado, João Gaspar, pela infinita paciência, pelos sacrifícios, pelo apoio nos momentos difíceis e por toda a amizade.

A todos os meus amigos, incluindo a minha parceira de Box, Catarina, pela força e incentivo, que foram essenciais para que este trabalho e todo o curso se desenvolvesse da melhor forma.

Resumo

Objetivos: Avaliar a rugosidade de superfície e a cor de resinas compostas após a exposição a agentes branqueadores com recurso a microscopia eletrónica de varrimento (SEM) e espectrofotometria de reflexão.

Materiais e Métodos: Sessenta discos de compósito (10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura) foram confeccionados a partir de três resinas compostas fotopolimerizáveis (Filtek Supreme XTE, Filtek Z250 e Enamel plus Hri). Cada resina composta possuía um grupo de controlo (n=5), um grupo submetido a branqueamento com peróxido de hidrogénio 6% durante 8 horas diárias (n=5), um grupo submetido a branqueamento com peróxido de hidrogénio 6% durante 30 minutos, duas vezes por dia (n=5) e outro grupo submetido a peróxido de carbamida 10% durante 8 horas diárias (n=5). O contacto com a solução branqueadora foi realizado durante 21 dias, tendo sido testado ao 1º dia, ao 14º dia e ao 21º dia. Todas as amostras foram analisadas através de SEM e Spectroshade Micro, de forma a serem detetadas alterações na rugosidade de superfície e cor das mesmas.

Resultados: A análise das micrografias do SEM de ambos os compósitos expostos a PC 10% e PH 6% mostrou alterações na rugosidade de superfície, nomeadamente fendas superficiais e numerosos poros, destacando uma real separação entre a matriz orgânica e as partículas de carga inorgânica, independentemente da concentração do gel. Estas alterações foram mais pronunciadas no compósito nanoparticulado e nanohíbrido, Filtek Supreme XTE e Enamel Hri Plus respetivamente. Além disso, não foram detetadas diferenças significativas de cor (ΔE) entre os materiais testados ($p > 0,05$).

Conclusões: Com base nos resultados deste estudo, concluiu-se que o peróxido de carbamida 10% e o peróxido de hidrogénio 6% não induzem alterações de cor clinicamente significantes às resinas compostas testadas ($\Delta E < 3,3$), apesar do aumento na rugosidade de superfície.

Palavras-Chave: Resinas Compostas, Branqueamento, Espectrofotómetro, SEM

Abstract

Objectives: To evaluate the surface roughness and color of three composite resins, submitted to bleaching agents by scanning electron microscopy (SEM) and spectrophotometer.

Method and Materials: Sixty disks (10 mm diameter and 2 mm thick) were prepared from three light-curing composite resins (Filtek Supreme XTE, Filtek Z250 e Enamel plus Hri). Each composite had a control group (n=5), a group immersed in a 6% hydrogen peroxide solution for 8 hours a day (n=5), a group immersed in a 6% hydrogen peroxide solution for 30 minutes, 2 times a day (n=5) and another group in a 10% carbamide peroxide solution for 8 hours a day (n=5). The contact with the bleaching solution was carried out for 21 days and tested on the first day, on the 14th day and on the 21th day. All samples were analyzed by SEM and Spectroshade Micro, in order to detect any changes in their surface roughness and color.

Results: SEM analysis of both composites exposed to the 10% CP and 6% HP gels showed surface changes, namely superficial cracks and numerous porous, highlighting a real separation between the resin matrix and the composite fillers, regardless of the gel concentration. These changes were more notorious in the nanofilled and microhybrid composites Filtek Supreme XTE and Enamel Hri Plus respectively. In addition, no significant differences were detected in color changes (ΔE) between the tested materials ($p>0,05$).

Conclusion: Based on the results of the present study it was concluded that 10% carbamide peroxide and 6% hydrogen peroxide does not induce clinically detectable color changes in composite resin ($\Delta E<3,3$) despite an increase in surface roughness.

Key Words: Composite Resins, Bleaching, Spectrophotometer, SEM

Índice

I. INTRODUÇÃO	15
1. Resinas Compostas	15
1.1. Tipos de Resinas Compostas em relação ao tamanho das partículas	18
1.2. Fotopolimerização: Importância e fontes.....	21
1.3. Longevidade das Restaurações em Resina Composta.....	23
2. Pigmentação	24
2.1. Pigmentação intrínseca	25
2.2. Pigmentação extrínseca.....	25
3. Cor	25
3.1. Propriedades Óticas Primárias	26
3.2. Propriedades Óticas Secundárias	26
3.2.1. Translucidez.....	26
3.2.2. Fluorescência	27
3.2.3. Opalescência	27
3.2.4. Metamerismo	27
3.3. Estabilidade da Cor.....	28
3.4. Escolha da Cor.....	28
4. Aparelhos Medidores da Cor – Espectrofotômetro	29
5. Branqueamento	30
5.1 História.....	30
5.2 Composição dos Agentes Branqueadores Comerciais	31
5.3 Mecanismo de Ação do Branqueamento Dentário	32
5.4 Técnicas de Branqueamento Dentário em Dentes Vitais	33
5.5 Contra-Indicações	34
5.6 Fatores que Influenciam o Branqueamento.....	34
5.6.1 Tipo de branqueamento.....	34
5.6.2 Concentração do gel e tempo de aplicação.....	34
5.6.3 Calor e luz	35
5.6.4 Outros fatores	35
5.7 Segurança e Legislação	35
6. Microscópio Eletrônico de Varrimento (SEM).....	36
II. Objetivos	39
1. Hipóteses de estudo	39

III. Materiais e métodos.....	39
1. Materiais utilizados.....	39
2. Método.....	43
2.1 Confeção das amostras.....	43
2.2 Análise Microscópio Eletrónico Varrimento	45
2.3 Análise Espectrofotómetro Spectro-Shade Micro	46
2.4. Análise Estatística	47
IV. Resultados.....	49
1. Resultados da Microscopia Eletrónica de Varrimento	49
1.1 Branqueamento da Resina Composta Filtek Z250.....	49
1.2 Branqueamento da Resina Composta Filtek Supreme XTE.....	53
1.3 Branqueamento da Resina Composta Enamel Hri Plus.....	57
2. Resultados do Espectrofotómetro Spetro-Shade Micro.....	61
V. Discussão	65
1. Microscópio Eletrónico de Varrimento.....	65
2. Spectroshade Micro Optic	68
VI. Conclusões	73
VII. Referências Bibliográficas	75

Índice de Figuras

Figura 1: Estrutura química dos monómeros utilizados nas resinas compostas (Adaptado de Ferracane, 1995).	16
Figura 2: Representação esquemática da união das partículas de carga inorgânica (filler) e a matriz orgânica das resinas compostas através do silano (Adaptado de Ferracane, 1995).	17
Figura 3: O desenvolvimento cronológico das formulações das resinas compostas baseadas na modificação das partículas de carga inorgânica. (Adaptado de Ferracane, 2011).	21
Figura 4: Fotopolimerização. Fotografia de Tetsuji Aoshima (Japão 2016).	22
Figura 5: a) Restauração a amálgama. b) Restauração a resina composta. Fotografia de Tetsuji Aoshima (Japão, 2016).	24
Figura 6: Sistema de Cores de Munsell. (http://www.rde.ac/ViewImage.php?Type=F&aid=311426&id=F1&afn=185_JKACD_36_4_271&fn=jkacd-36-271-g001_0185JKACD).	26
Figura 7: Escala Vita Classical (Vita Zahnfabrik™ - Sackingen, Germany). (http://www.dentalita.com.br/new/produtos_show.php?prod=280).	29
Figura 8: Ilustração do efeito da topografia de superfície e a posição do detetor na detecção dos elétrons secundários. (Adaptado de Weillie Zhou et al, 2007)	37
Figura 9: Filtek™ Supreme XTE A2 (Enamel) (3M ESPE – Minnesota, USA)	41
Figura 10: Enamel HRi™ Dentin UD2 (Micerium S.p.A.- Avegno (GE), Italy)	41
Figura 11: Filtek™ Z250 A2 (3M ESPE – Minnesota, USA).	41
Figura 12: Ena White Light™ Peróxido de Hidrogénio 6% (Micerium S.p.A.- Avegno (GE), Italy)	42
Figura 13: Opalescence™ Peróxido Carbamida 10% (Ultradent Products, Inc.- South Jordan)	42
Figura 14: a) Matriz de aço inoxidável; b) Colocação de resina composta na matriz; c) Compactação de resina composta na matriz de aço inoxidável com o auxílio de uma espátula angulada; d) Confeção do segundo disco de resina composta; e) Colocação de lamela por cima das amostras e compressão.	43
Figura 15: a) Fotopolimerização das amostras de resina composta; b) Desinserção das amostras de resina composta da matriz de aço inoxidável.	43

Figura 16: a) Metalização das amostras no Quorum Technologies modelo Q150T ES; b) Amostras metalizadas com ouro e paládio.	45
Figura 17: Microscópio Eletrónico de Varrimento.....	45
Figura 18: a) Espectrofotómetro; b) Frasco colocado na base de silicone dentro da caixa preta.	46
Figura 19: a) Base do Espectrofotómetro onde se encontram os quadrados de cor branca e verde para executar a calibração do aparelho; b) Calibração da cor branca; c) Calibração da cor verde.	46
Figura 20: a) e b) Correta angulação do Espectrofotómetro em relação à amostra	47
Figura 21: Elaboração do contorno da amostra.	47
Figura 22: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 antes da exposição a branqueamento.....	49
Figura 23: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 após 14 dias de tratamento com peróxido de carbamida 10%, 8horas/dia.	50
Figura 24: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 após 21 dias de tratamento com peróxido de carbamida 10%, 8horas/dia.	50
Figura 25: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 após 14 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 8horas/dia.....	51
Figura 26: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 após 21 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 8horas/dia.....	51
Figura 27: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 após 14 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 30minutos/2xdia.	52
Figura 28: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 após 21 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 30minutos/2xdia.	52
Figura 29: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Supreme XTE antes da exposição a branqueamento.....	53

Figura 30: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Supreme XTE após 14 dias de tratamento com peróxido de carbamida 10%, 8horas/dia.	54
Figura 31: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Supreme XTE após 21 dias de tratamento com peróxido de carbamida 10%, 8horas/dia.	54
Figura 32: a) Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento, referentes à resina composta Filtek Supreme XTE após 21 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 8horas/dia; b) Observação de superfície polida com ampliação 3000x; c) Observação de superfície polida com ampliação 10000x; d) Observação de superfície não polida com ampliação 3000x; e) Observação de superfície não polida com ampliação 10000x.	55
Figura 33: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Supreme XTE após 14 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 8horas/dia.	55
Figura 34: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Supreme XTE após 14 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 30minutos/2xdia.	56
Figura 35: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Supreme XTE após 21 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 30minutos/2xdia.	56
Figura 36: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Enamel Hri Plus antes da exposição a branqueamento.	57
Figura 37: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Enamel Hri Plus após 14 dias de tratamento com peróxido de carbamida 10%, 8horas/dia.	58
Figura 38: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Enamel Hri Plus após 21 dias de tratamento com peróxido de carbamida 10%, 8horas/dia.	58
Figura 39: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Enamel Hri Plus após 14 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 8horas/dia.	59

Figura 40: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Enamel Hri Plus após 21 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 8horas/dia.....	59
Figura 41: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento, referentes à resina composta Enamel Hri Plus após 21 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 30minutos/2xdia; a)Observação de superfície polida com ampliação 3000x; b) Observação de superfície polida com ampliação 10000x; c) Observação de superfície não polida com ampliação 3000x; d) Observação de superfície não polida com ampliação 10000x.....	60
Figura 42: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento, referentes à resina composta Enamel Hri Plus após 14 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 30minutos/2xdia; a)Observação de superfície polida com ampliação 3000x; b) Observação de superfície polida com ampliação 10000x; c) Observação de superfície não polida com ampliação 3000x; d) Observação de superfície não polida com ampliação 10000x.....	60

Índice de Tabelas

Tabela 1: Fatores que influenciam o processo de polimerização das resinas compostas (Adaptado de Phillips et al., 2003)	23
Tabela 2: Classificação e constituição das resinas compostas utilizadas neste trabalho.	41
Tabela 3: Grupos experimentais do estudo.....	44
Tabela 4: Resultados obtidos da análise das amostras através do Spectroshade. Os dados apresentados referem-se ao parâmetro $\Delta E1$ referente ao sistema CIE $L^*a^*b^*$, que interpreta a variação do valor da cor da amostra entre o 1º e o 14º dia de exposição ao branqueamento.....	61
Tabela 5: Resultados obtidos da análise das amostras através do Spectroshade. Os dados apresentados referem-se ao parâmetro $\Delta E2$ referente ao sistema CIE $L^*a^*b^*$, que interpreta a variação do valor da cor da amostra entre o 1º e o 21º dia de exposição ao branqueamento.....	62
Tabela 6: Estudos in vitro sobre análise microscópica (SEM) de várias resinas compostas após branqueamento	66
Tabela 7: Análise de estudos in vitro sobre análise estatística (CIE $L^*a^*b^* / \Delta E$) de várias resinas compostas após branqueamento.	70

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Resultados obtidos da análise das amostras através do Spectroshade. Os dados apresentados referem-se ao parâmetro $\Delta E1$ referente ao sistema CIE $L^*a^*b^*$, que interpreta a variação do valor da cor da amostra entre o 1º e o 14º dia de exposição ao branqueamento..... 62

Gráfico 2: Resultados obtidos da análise das amostras através do Spectroshade. Os dados apresentados referem-se ao parâmetro $\Delta E1$ referente ao sistema CIE $L^*a^*b^*$, que interpreta a variação do valor da cor da amostra entre o 1º e o 14º dia de exposição ao branqueamento..... 63

Índice de Siglas

ACP	Fosfato de Cálcio Amorfo
Ba	Bário
Bis-EMA	Bisfenol A Polietileno Glicol Metacrilato
Bis-GMA	Bisfenol Glicidil Metacrilato
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage
Cm	Centímetros
EGDMA	Etileno Glicol Dimetacrilato
LED	Light Emitted Diode
Nm	Nanómetro
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
Sr	Estrôncio
TEGDMA	Trietileno Glicol Dimetacrilato
TEGMA	Trietileno Glicol Monometacrilato
UDMA	Uretano Dimetacrilato
UV	Ultravioleta
Zn	Zinco
Å	Ampere
µm	Micrómetro

I. INTRODUÇÃO

1. Resinas Compostas

As resinas compostas têm sido extensamente utilizadas desde a sua introdução devido às suas excelentes propriedades estéticas (Villalta, Lu, & Okte, 2006). Atualmente, as resinas compostas têm como principais constituintes, a matriz orgânica, as partículas de carga inorgânica, um agente de união e um sistema iniciador-acelerador, sendo que as partículas inorgânicas estão integradas na matriz orgânica através do silano (agente de união) (Ferracane, 1995; Melo Júnior, 2011; Moszner & Salz, 2001). Cada componente das resinas compostas é essencial para o sucesso da restauração dentária (Ferracane, 1995).

Matriz Orgânica

A matriz orgânica é constituída por monómeros, inibidores, modificadores de cor e pelo sistema iniciador/ativador (Melo Júnior, 2011).

Dentro dos monómeros, a matriz orgânica é constituída principalmente por dimetacrilatos como o Bisfenol A-glicidilmetacrilato, vulgarmente conhecido por Bis-GMA, em associação com o dimetacrilato de trietileno glicol (TEGDMA), embora também sejam encontrados o dimetacrilato de bisfenol A etoxilado (Bis-EMA) e o dimetacrilato de uretano (UDMA) (Mikhail, Schricker, Azer, Brantley, & Johnston, 2013; Moszner & Salz, 2001).

Comparando o Bis-GMA com os outros metacrilatos, este tem um peso molecular muito superior, apresenta baixa contração de polimerização, maior rapidez de polimerização e maior rigidez (Melo Júnior, 2011).

Através da polimerização dos radicais livres dos monómeros da matriz orgânica, uma rede tridimensional é formada. A seleção dos monómeros influencia fortemente a reatividade, a viscosidade e a contração de polimerização da resina, e também as propriedades mecânicas tais como a absorção de água e a expansão por absorção de água (Moszner & Salz, 2001).

A contração de polimerização dos monómeros de baixo peso molecular é mais pronunciada comparativamente aos monómeros de alto peso molecular. Contudo, os monómeros de alto peso molecular são mais viscosos (Moszner & Salz, 2001).

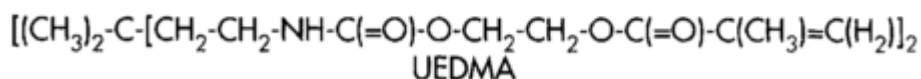
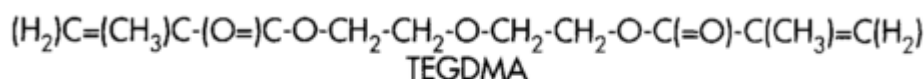
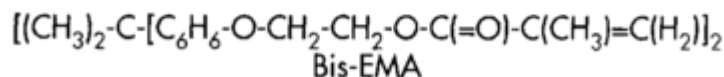
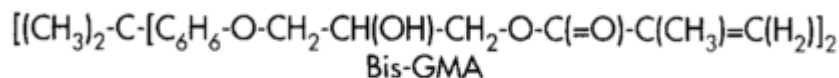


Figura 1: Estrutura química dos monómeros utilizados nas resinas compostas (Adaptado de Ferracane, 1995).

Matriz Inorgânica

A incorporação de partículas de carga inorgânica como o bário, o quartzo, a sílica coloidal ou as partículas de vidro na matriz orgânica das resinas compostas tem como função aumentar as propriedades mecânicas da resina reduzindo a quantidade de matriz orgânica, minimizando algumas desvantagens (Melo Júnior, 2011).

Assim, as partículas de carga inorgânica providenciam às resinas compostas os seguintes benefícios: melhoria das propriedades mecânicas (o que aumenta a performance e a durabilidade da resina); redução da contração de polimerização; redução da expansão e contração térmica (as partículas de vidro expandem e contraem menos do que os polímeros da matriz orgânica); controle da viscosidade (quanto mais e maiores as partículas de carga mais espesso será o material); redução da absorção de água (a absorção de água torna a resina mais suscetível à abrasão e à pigmentação); permite radiopacidade (as partículas de vidro contendo átomos de metais pesados, como o Ba, Sr e o Zn absorvem os raios-x dando a propriedade de radiopacidade) (Anusavice, Shen, & Rawls, 2013).

Avanços no tipo de matriz inorgânica, tamanho e carga das partículas têm melhorado bastante o aspeto das restaurações a resina composta, mimetizando o dente natural (Mikhail et al., 2013).

Agente de União

O agente de união apresenta como função a união entre a matriz orgânica e a carga inorgânica (Melo Júnior, 2011). O silano constitui o agente de união mais utilizado nas resinas compostas. O silano é uma molécula bipolar que se liga às partículas inorgânicas por ligações iónicas e à matriz orgânica (resina) por ligações químicas. As partículas inorgânicas são revestidas por agentes de união que promovem uma ligação covalente com a matriz orgânica (Bayne & Ph, 2005; Moszner & Salz, 2001). Os silanos são muito importantes para a durabilidade de uma resina composta. Durante a polimerização, a tensão que é exercida à resina composta é transferida para a carga inorgânica e não para a matriz orgânica, menos resistente. A transferência é promovida pelo silano, que impede a separação da matriz orgânica da carga inorgânica, prevenindo desta forma a formação de bolhas de ar que diminuem a resistência mecânica das restaurações (Bayne & Ph, 2005; Melo Júnior, 2011).

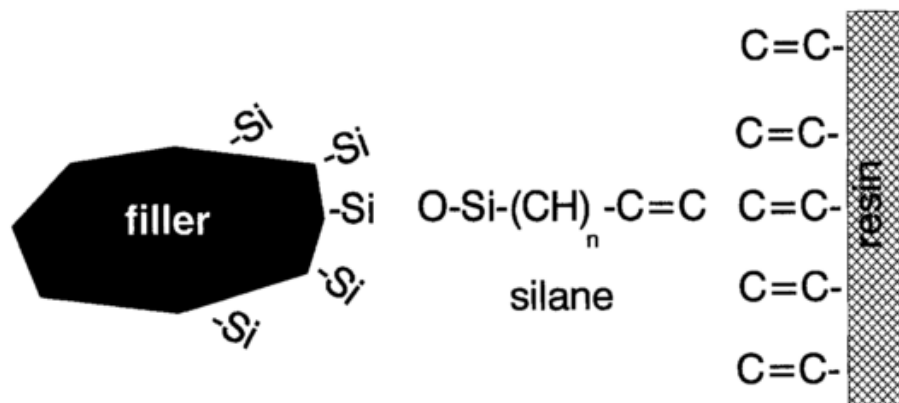


Figura 2: Representação esquemática da união das partículas de carga inorgânica (filler) e a matriz orgânica das resinas compostas através do silano (Adaptado de Ferracane, 1995).

Sistema iniciador-acelerador

Os sistemas iniciadores/activadores são substâncias químicas que, quando excitadas, promovem o início da polimerização. As resinas compostas quimicamente activadas à base de Bis GMA apresentam como agente iniciador o peróxido de benzoila

e como agente ativador uma amina terciária (N-dimetil-p-toluidina) (Anusavice et al., 2013). As resinas compostas fotopolimerizáveis apresentam na sua constituição uma substância fotosensível, a canforoquinona ou a diquetona (agente iniciador) e uma amina terciária (agente redutor) (Anusavice et al., 2013). A canforoquinona é uma diacetona que possui a capacidade de absorver energia do espectro de luz visível (espectro azul) com comprimentos de onda entre 400 a 500 nm, mais especificamente nos 470 nm (Santini, 2000). Após a excitação pela luz, esta reage com a amina terciária, formando radicais livres que são capazes de romper as ligações duplas dos radicais de metacrilato da molécula de Bis GMA, responsáveis pelo início da polimerização (Anusavice et al., 2013).

1.1. Tipos de Resinas Compostas em relação ao tamanho das partículas

Misturas favoráveis de moléculas de alto peso molecular e de diluentes reativos em combinação com diferentes partículas da matriz inorgânica são usadas nas resinas compostas. Devido à importância dada às partículas de carga da matriz inorgânica nas propriedades físicas das resinas, estas são classificadas segundo o tipo de partículas e o seu tamanho em resinas macroparticuladas, resinas de partícula média, resinas microparticuladas, resinas híbridas e ainda resinas nanoparticuladas e resinas nanohíbridas (Ferracane, 2011; Mikhail et al., 2013; Moszner & Salz, 2001).

Resinas Macroparticuladas

As primeiras resinas compostas que surgiram no mercado eram macroparticuladas. Estas, foram assim designadas devido ao tamanho das partículas de carga inorgânica que apresentavam (Ferracane, 1995). Geralmente, estas, podiam alcançar ou mesmo ultrapassar o diâmetro de um fio de cabelo (50 µm) (Ferracane, 2011). As partículas de carga mais encontradas neste material são o quartzo inorgânico, o vidro de estrôncio e o bário, que, apesar de apresentarem uma variação de tamanho entre os 5 e os 12 µm, podem esporadicamente atingir dimensões até 100µm. O quartzo era muito utilizado nos primeiros compósitos, apresentando uma excelente durabilidade e estética. Contudo, devido à sua reduzida radiopacidade em relação à dentina, foi substituído pelos vidros radiopacos de estrôncio e bário. Estas resinas, devido à grande dimensão das

partículas, são difíceis de polir e, além disso, quando em função, demonstram um desgaste preferencial da matriz resinosa expondo as partículas maiores e mais resistentes que podem ser deslocadas criando crateras. Em termos clínicos, observa-se redução do brilho superficial e aumento da pigmentação. Estas resinas, hoje em dia, já não são utilizadas (Melo Júnior, 2011).

Resinas de Partícula Média

As resinas de partícula média surgiram com o objetivo de melhorar as características físicas e mecânicas, em relação às resinas macroparticuladas. O tamanho das suas partículas variava entre os 1 e os 10 micrómetros aproximadamente, contendo também uma porção de sílica coloidal de 40 nanómetros (Ferracane, 2011). O seu módulo de elasticidade e resistência à compressão é superior, tanto quando comparado com o das resinas macroparticuladas como com as microparticuladas, mas o seu coeficiente de expansão térmica é menor (Anusavice et al., 2013).

Resinas Microparticuladas

As resinas compostas microparticuladas surgiram no mercado com o objetivo de melhorar as propriedades das resinas compostas existentes até ao momento. Estas são constituídas por sílica coloidal ou sílica amorfa comportando-se muito bem clinicamente quando usadas na zona anterior com envolvimento estético direto e em locais próximos ou em contacto com a gengiva. (Melo Júnior, 2011). As suas partículas têm um tamanho compreendido entre 0,02 e 0,1 μm , com 20 a 60% do volume total da resina composta (Puckett, Fitchie, Kirk, & Gamblin, 2007). Segundo Melo Júnior et al. (2011) as resinas compostas microparticuladas possuem propriedades físicas e mecânicas que limitam a sua utilização em locais em que a força mastigatória é superior. O autor refere ainda, que estas apresentam uma absorção de água superior, alto coeficiente de expansão térmica, alta contração de polimerização, baixo módulo de elasticidade e baixa resistência à tração.

As resinas microparticuladas são os materiais de escolha para restaurações classe V (Mohammadi, Kimyai, & Abed-kahnamoii, 2012).

Resinas Híbridas

As resinas compostas microhíbridas ou híbridas são uma mistura de micropartículas com macropartículas, possuindo desta forma propriedades dos dois tipos de partículas incorporadas. Na maioria dos casos, apresentam 10 a 20% em peso de micropartículas de sílica coloidal e 50 a 60% em macropartículas de vidro de metais pesados. Estas resinas compostas apresentam uma percentagem de carga que corresponde a 75 a 80% do seu peso. O que diferencia uma resina composta microhíbrida de uma híbrida é a sua quantidade mais elevada de micropartículas relativamente a macropartículas (Melo Júnior, 2011). Assim, devido à elevada quantidade de carga inorgânica, as resinas compostas microhíbridas apresentam alta resistência, baixa expansão e contração térmica, baixa contração de polimerização e permitem um bom polimento (Melo Júnior, 2011; Puckett et al., 2007). Devido à sua força e capacidade de polimento, estes materiais são geralmente considerados como universais, pois podem ser utilizados tanto na região anterior como posterior (Ferracane, 2011).

Resinas Nanoparticuladas e Nanohíbridas

Os avanços na tecnologia possibilitaram a criação de nanopartículas, dando origem às resinas nanoparticuladas e nanohíbridas. Estas partículas apresentam dimensões que variam entre 1 e 100 nanómetros (Ferracane, 2011), o que possibilita uma maior distribuição na matriz orgânica e, consequentemente um melhor resultado estético e boas propriedades mecânicas. Assim, houve um desenvolvimento a nível da resistência à flexão, à tensão, à fratura, à abrasão e à atrição, na boa capacidade de preenchimento e na redução da contração de polimerização (Beun et al., 2007; Karabela & Sideridou, 2011).

Atualmente, as resinas nanoparticuladas encontram-se também sob a forma nanohíbrida, contendo pequenas quantidades de vidro e partículas de tamanho entre 40 e 50 nanómetros (Karabela & Sideridou, 2011; Mikhail et al., 2013). Estas, para além de conterem partículas de carga idênticas às presentes nas resinas nanoparticuladas (nanómeros), também contêm aglomerados destas partículas (“*nanoclusters*”) (Karabela & Sideridou, 2011).

Os *nanoclusters* providenciam uma elevada resistência à fratura e inibição da absorção de água, o que faz com que estas restaurações tenham maior longevidade comparativamente às aquelas que são feitas com resinas microparticuladas ou híbridas (Wang et al., 2015).

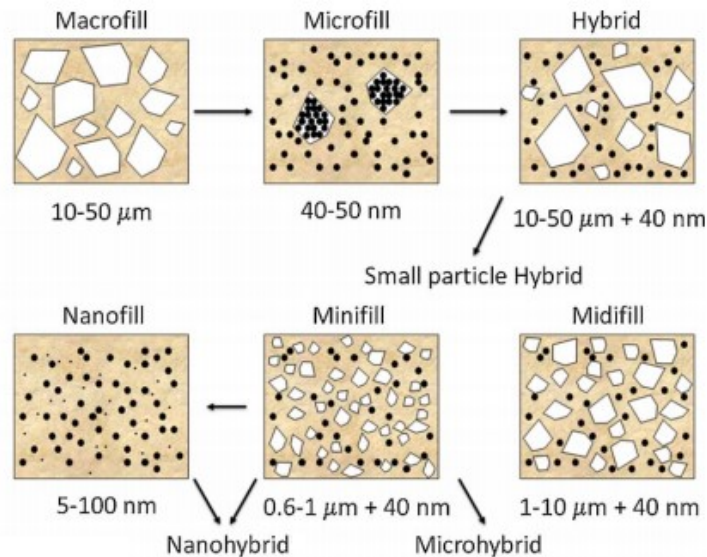


Figura 3: O desenvolvimento cronológico das formulações das resinas compostas baseadas na modificação das partículas de carga inorgânica. (Adaptado de Ferracane, 2011)

1.2. Fotopolimerização: Importância e fontes

Para assegurar uma adequada fotopolimerização das resinas compostas, deve ter-se em conta três principais fatores: a intensidade de luz emitida, a sua distribuição espectral e o tempo de polimerização. No entanto, outros fatores, tais como: o tipo, cor e opacidade da resina composta, espessura do incremento, temperatura do compósito, distância da ponta da luz à superfície do material e o tempo de pós-irradiação, influenciam a polimerização e o grau de conversão das resinas compostas (Price, Ferracane, & Shortall, 2015; Vinagre, Ramos, & Chambino, 2014).

Em resposta à crescente utilização de resinas compostas, o interesse científico em estudos sobre a polimerização aumentou. Muitos aparelhos de fotopolimerização foram desenvolvidos. Até à data, as unidades de halogéneo quartzo-tungsténio eram as mais utilizadas. Estas demonstraram algumas desvantagens como curta duração (40-100h) e facilidade de degradação dos seus componentes (lâmpada, filtro, refletor), devido à temperatura que atingem (Karaman, 2014).

Para ultrapassar alguns problemas relacionados com os aparelhos de halogéneo, a tecnologia LED, acrónimo de *Light Emitting Diode* ou Díodo Emissor de Luz, foi proposta para a fotopolimerização de materiais dentários. Estes baseiam-se em junções de semicondutores dopados (junções do tipo P-N) para gerar a luz, como consequência de um fenómeno de electroluminescência em que a recombinação de um eletrão e de uma lacuna numa junção p-n de um semicondutor leva à emissão de um fotão. O comprimento de onda de emissão depende do material do semicondutor, conduzindo no caso dos LEDs de Nitreto de Gálio, e sem recurso a filtros, à emissão de luz azul (Karaman, 2014).

A quantidade de luz emitida pelas lâmpadas de halogéneo sobre toda a região espectral é maior do que a emitida pelos LEDs. No entanto, na região de interesse, entre os 450 e os 470 nm, a quantidade de luz emitida pelos LEDs pode atingir o dobro da emitida pela lâmpada de halogéneo (Vinagre et al., 2014).

Outras vantagens associadas a estas fontes de luz prendem-se com o seu tempo de vida útil de milhares de horas, sem alteração significativa do fluxo de luz ao longo do tempo e ao baixo consumo energético, pelo que são munidos de baterias recarregáveis, permitindo a sua utilização portátil, integrando, deste modo, o grupo de aparelhos sem cabo. Além disso, o aquecimento gerado pelos LEDs no processo de polimerização é reduzido, pelo que nestes aparelhos não é incorporado qualquer sistema de ventilação, minimizando o ruído provocado (Vinagre et al., 2014).

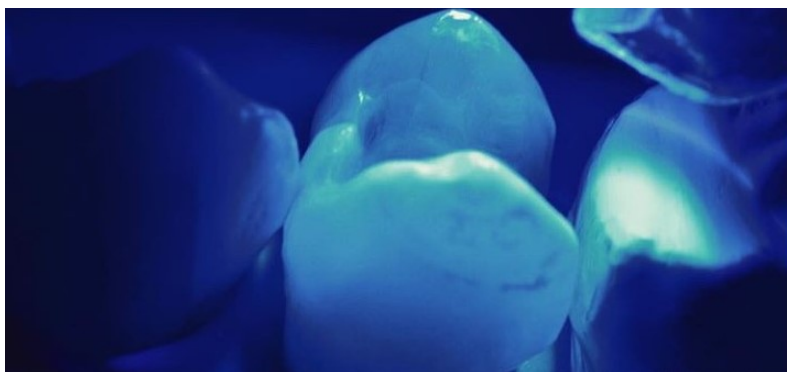


Figura 4: Fotopolimerização. Fotografia de Tetsuji Aoshima (Japão 2016).

Assim, na presença da luz LED, a molécula fotoiniciadora presente nas resinas compostas, a canforoquinona, reage com uma amina terciária produzindo radicais livres, o que desencadeia o início da polimerização. Desse modo, o grau de conversão dos monómeros em polímeros depende tanto da constituição química do material como também da quantidade de luz que ativa o catalisador (Melo Júnior, 2011; Santini, 2000). Portanto, o processo de polimerização das resinas compostas fotopolimerizáveis ocorre somente onde a resina é atingida pela luz (Melo Júnior, 2011; Price et al., 2015).

Deste modo, se não houver os devidos cuidados clínicos na confecção de restaurações, podem surgir alguns problemas como camadas não polimerizadas ou parcialmente polimerizadas, causando alterações nas propriedades mecânicas e acarretando prejuízos à restauração (Bayne & Ph, 2005).

Tabela 1: Fatores que influenciam o processo de polimerização das resinas compostas (Adaptado de Phillips et al., 2003).

Fator	Repercussões Clínicas
Tempo de polimerização	Depende de: cor da resina, intensidade da luz, profundidade da cavidade, espessura do incremento, presença de estrutura dentária interposta, carga inorgânica;
Cor da resina	Compósitos mais escuros polimerizam mais lentamente e em menor profundidade que cores mais claras (60secs a uma profundidade de 0,5mm);
Temperatura	Compósitos à temperatura ambiente polimerizam melhor e mais rapidamente;
Espessura da resina	A espessura ideal é entre 1mm a 2mm;
Tipo das partículas de carga	Compósitos com pouca quantidade de partículas são mais difíceis de polimerizar que compósitos com uma elevada carga de partículas;
Distância entre a luz e a resina	A distância ideal é < 1mm, com a luz posicionada a 90° em relação à superfície do compósito;
Qualidade da fonte luminosa	Comprimentos de onda entre 400nm a 500nm; intensidade de 600nW/cm ² ;
Contração de polimerização	Depende da quantidade da matriz orgânica.

1.3. Longevidade das Restaurações em Resina Composta

A substituição de restaurações é o procedimento dentário mais comum nos dias de hoje (Pallesen, Dijken, & Halken, 2013). As principais razões são, não só a cárie secundária e a fratura (Ferracane, 2011), mas também a cor inadequada das restaurações devido à sua pigmentação (Pallesen et al., 2013; Villalta et al., 2006).

Em estudos transversais, prospectivos e retrospectivos a longo prazo, as cáries secundárias, a fratura dos dentes restaurados e a constituição da resina composta têm sido as razões predominantes para as falhas de restaurações posteriores em adultos. Por outro

lado, na dentição permanente jovem, as cáries secundárias são a principal razão para o fracasso (Pallesen et al., 2013).

A verdade é que o desempenho dos materiais restauradores utilizados depende muito do tipo de restauração e da sua indicação. O stress exercido sobre uma restauração num dente posterior é bastante mais elevado do que na zona anterior (Moszner & Salz, 2001).

Segundo Mozner (2001), o tempo de vida médio para uma restauração MOD em resina composta híbrida é de quatro anos, enquanto que em amálgama é de oito anos. Moraschini (2015) concluiu também que as restaurações oclusais e oclusoproximais a amálgama têm maior longevidade clínica quando comparadas com restaurações a resina composta (Moraschini, Fai, Alto, & Santos, 2015).

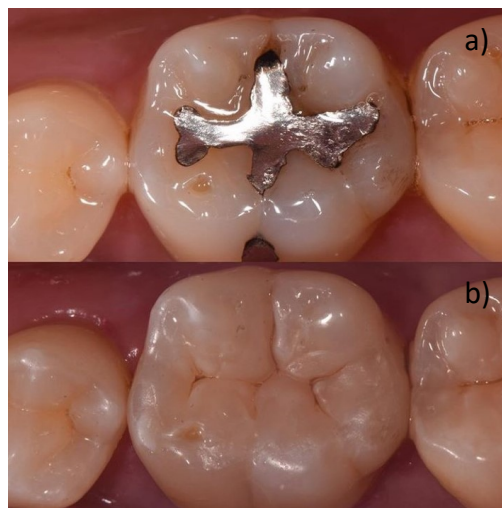


Figura 5: a) Restauração a amálgama. b) Restauração a resina composta. Fotografia de Tetsuji Aoshima (Japão, 2016).

Para melhorar estes resultados, várias investigações têm sido conduzidas e as suas conclusões assentam sobre quatro princípios: redução da contração de polimerização para melhorar a adaptação marginal e consequentemente evitar o aparecimento de cáries secundárias; utilização de compostos com flúor para prevenir a cárie; melhoria das propriedades mecânicas dos materiais restauradores e ainda aperfeiçoamento da biocompatibilidade dos materiais, diminuindo a dissolução dos seus componentes (Moszner & Salz, 2001).

2. Pigmentação

Na dentisteria restauradora, é muito importante perceber os elementos que dão a cor aos dentes. Os dentes são tipicamente compostos por um largo número de cores e estas variações de cor acontecem num dente individual, desde a margem gengival até ao bordo incisal. A zona coronal do dente é constituída por esmalte, dentina e polpa. Qualquer alteração numa destas estruturas é suficiente para alterar a perceção da cor, pois altera as propriedades de transmissão e reflexão de luz. A aparência do dente é dependente da

qualidade da luz refletida e também, como consequência, da luz incidente (Watts & Addy, 2001).

2.1. Pigmentação intrínseca

A pigmentação intrínseca ocorre devido a alterações na composição dos tecidos estruturais do dente e também da sua espessura. Esta pigmentação pode ser devida a uma doença ou um fator sistêmico como a fluorose, a utilização de tetraciclina ou a dentinogênese imperfeita, ou também devido ao envelhecimento fisiológico dos dentes. Neste caso, a redução da câmara pulpar, a consequente formação de dentina secundária e o desgaste gradual de dentina tornam os dentes mais escuros (Alqahtani, 2014; Griffiths, Bailey, Jarad, & Youngson, 2008; Watts & Addy, 2001).

2.2. Pigmentação extrínseca

A pigmentação extrínseca ocorre na superfície do dente e é causada pela dieta, como por exemplo o chá, vinho e o tabaco e pelos processos que se dão ao nível da cavidade oral, como a formação de placa bacteriana (Griffiths et al., 2008; Watts & Addy, 2001). Existem alguns fatores que aumentam a suscetibilidade à pigmentação, como uma polimerização incompleta, a absorção de água, a má higiene oral do doente e o mau polimento das restaurações (Stefano Ardu, Braut, Gutemberg, Krejci, & Dietschi, 2010).

3. Cor

A cor e a aparência de um dente é um fenómeno complexo e dependente de vários fatores como as condições luminosas, a translucidez, a opalescência, o brilho e a percepção do próprio cérebro humano. A cor do dente e das restaurações são um resultado de algumas substâncias sobrepostas, todas elas com características diferentes. Assim, a cor do dente resulta do espectro de refletância difusa da dentina ou camada interna de material opaco através da camada translúcida exterior (Lee, 2015).

Para além dos três principais atributos da cor (matiz, croma e valor), existem outros que devem ser considerados, como a translucidez, a fluorescência e a opalescência (Lee, 2015).

3.1. Propriedades Óticas Primárias

Segundo Munsell, a cor é constituída por três dimensões ou conceitos principais, nomeadamente, matiz, croma e valor (Johnston, 2009; Watts & Addy, 2001). A matiz diferencia as diferentes famílias de cores utilizadas como cores dominantes, como por exemplo, os azuis, os verdes ou os vermelhos. O croma avalia o grau de saturação de uma determinada cor, ou seja, quanto maior o croma mais intensa será a cor. Este não é avaliado individualmente em dentisteria, encontrando-se sempre associado ou ao valor ou à matiz. O valor corresponde ao brilho de cada cor variando de mais branco (valor elevado) para mais cinzento ou preto (valor baixo) (Watts & Addy, 2001).

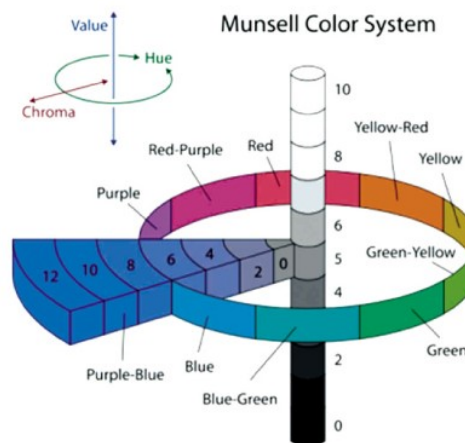


Figura 6: Sistema de Cores de Munsell. http://www.rde.ac/ViewImage.php?Type=F&id=311426&id=F1&afn=185_JKACD_36_4_271&fn=jkacd-36-271-g001_0185JKACD.

3.2. Propriedades Óticas Secundárias

3.2.1. Translucidez

A translucidez foi considerada a propriedade ótica secundária mais importante e a propriedade fundamental para um bom resultado estético. Esta pode ser expressa como um coeficiente de transmissão ou como a quantidade relativa de luz que atravessa a espessura de um material. O termo translucidez é usado para descrever a propriedade ótica. Contudo, a palavra transmissão corresponde ao termo físico que representa a capacidade de um meio permitir que a luz passe através dele (Arimoto et al., 2010; Lee, 2015).

Existe uma ligeira diferença entre a translucidez do esmalte e da dentina. No esmalte, o coeficiente de transmissão depende do comprimento de onda da luz incidente. Esta correlação salienta a importância de uma correta fonte de luz durante o processo de escolha da cor. A hidratação do dente afeta também a translucidez, influenciando a estética. Com a idade, embora a translucidez da dentina se mantenha, a do esmalte aumenta (Lee, 2015).

3.2.2. Fluorescência

Fluorescência, em Medicina Dentária, é assumida como a capacidade de um objeto absorver luz ultravioleta e emitir uma luz visível entre os 440 e os 485 nanómetros de comprimento de onda (azul). A intensidade da fluorescência é atribuída aos componentes orgânicos do dente que são fotossensíveis ao espectro ultravioleta. Por esta razão, a dentina apresenta maior intensidade de fluorescência que o esmalte. A fluorescência natural do dente é uma característica importante que deve ser reproduzida nas restaurações a resina composta para atribuir a vitalidade e luminosidade natural do dente (Silva, Oliveira, Severino, & Balducci, 2014).

3.2.3. Opalescência

A luz visível está compreendida entre 380nm e 750nm, sendo que a banda violeta tem o comprimento de onda mais curto, seguida pela azul e pela banda vermelha que tem o maior. Quando a luz branca (que abrange todo o espectro visível) incide na superfície exterior de um objeto, a sua radiação pode ser absorvida, refletida, ou transmitida através do objeto. A luz transmitida atravessa o material e é parte desta luz que causa o efeito de opalescência (Arimoto et al., 2010).

Assim, a opalescência ocorre onde há dispersão de luz dos comprimentos de onda mais curtos do espectro visível, dando a um material um aspeto azulado sob a luz refletida e uma aparência laranja/castanho sobre luz transmitida. Visto o esmalte dos dentes naturais ser opalescente devido aos cristais de hidroxiapatite, as resinas compostas devem possuir igualmente essa opalescência (Arimoto et al., 2010).

3.2.4. Metamerismo

A correspondência de cor de dois objetos ocorre quando estes têm o mesmo espectro de refletância. Este é determinado pela constituição química do objeto e pelas propriedades físicas da sua superfície. Metamerismo refere-se ao fenómeno em que um conjunto de espectros de refletância de objetos diferentes tem a mesma cor sob uma iluminação, mas não coincidem quando se altera a iluminação. Devido ao metamerismo, a reprodução da mesma cor é possível. Em dentisteria, a correspondência de cor entre uma resina composta e a estrutura dentária circundante é um resultado do metamerismo, pois a resina composta e o dente natural têm diferentes composições e, consequentemente,

curvas de espectro de refletância diferentes. Assim, é possível que uma resina composta tenha a mesma cor que o dente quando exposta à luz solar mas quando a fonte de luz muda para uma lâmpada fluorescente, haja diferenças na cor (Lu, Lee, Villalta, & Powers, 2006).

3.3. Estabilidade da Cor

Desde a introdução das resinas compostas que estas têm sido largamente utilizadas devido às suas propriedades estéticas. Contudo, a sua maior desvantagem é a pigmentação após exposição prolongada ao meio oral (Villalta et al., 2006). Os compósitos sofrem uma série de alterações físicas como resultado da reação de polimerização e da consequente interação com a cavidade oral. Assim, quanto maior a percentagem de conversão dos monómeros na polimerização, maior será a sua resistência e a estabilidade de cor (Kurtulmus-yilmaz, Cengiz, Ulusoy, Tugba, & Yuksel, 2013; Martin, Jedynakiewicz, & Fisher, 2003).

A alteração da cor dos materiais restauradores é causada por fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos envolvem a alteração do próprio material através de uma polimerização incompleta e da alteração da interface entre a matriz orgânica e as partículas de carga inorgânica. Os fatores extrínsecos envolvem a dieta, o tabaco e a absorção de água (S Ardu & Duc, 2016; Villalta et al., 2006).

3.4. Escolha da Cor

A escolha da cor das resinas compostas é uma grande preocupação para os médicos dentistas e para os pacientes. A cor e a translucidez do dente natural variam bastante de paciente para paciente e mesmo de dente para dente. Para alcançar o sucesso clínico, os materiais restauradores têm de reproduzir não só a cor, mas também a translucidez natural do dente (Kurtulmus-yilmaz et al., 2013).

Clinicamente, existem dois métodos para se avaliar a cor dos dentes: o visual e o instrumental.

Um dos métodos visuais mais utilizados é a comparação dos dentes com uma escala de cores *standard*. A escala mais frequentemente utilizada é a Vita Classic (Vita Zahnfabrik™ - Sackingen, Germany). Este método é subjetivo e pode ser influenciado por um elevado número de fatores tais como, as condições de luminosidade, a experiência do clínico, a fadiga do olho humano e o daltonismo. É necessário ter precaução e ter em conta estes fatores de risco na

decisão da cor. Contudo, a habilidade discriminatória e a experiência são condições que podem ser melhoradas com o treino e a experiência (Joiner,

2006; Pecho, Guinea, Alessandretti, Pérez, & Della, 2015).



Figura 7: Escala Vita Classical (Vita Zahnfabrik™ - Sackingen, Germany). (http://www.dentalita.com.br/new/produtos_show.php?prod=

Por outro lado, a seleção de cor instrumental é realizada por meio de colorímetros, espectrofotômetros, espectroradiômetros, analisadores de imagens ou uma combinação destes equipamentos. Destes, os tipos mais comuns são os colorímetros e os espectrofotômetros, os quais calculam a cor do dente a partir da medição da quantidade e da composição espectral da luz absorvida, transmitida ou refletida na superfície dental (Pecho et al., 2015).

4. Aparelhos Medidores da Cor – Espectrofotômetro

Os equipamentos para a seleção da cor normalmente expressam os resultados por meio do sistema CIE $L^*a^*b^*$, ou dos sistemas de escalas de cores convencionais. O sistema CIE $L^*a^*b^*$, criado pela *Comission Internationale de L'Eclairage* em 1931, é um modelo de cor padrão usado para descrever todas as cores visíveis, usando três coordenadas básicas (L^* , a^* e b^*). O L^* representa a luminosidade do objeto e é quantificado numa escala em que o preto perfeito tem um valor de L^* zero e um refletor perfeito tem um valor de 100. O a^* representa as cores verde (a^* negativo) a vermelho (a^* positivo) e b^* representa as cores azul (b^* negativo) a amarelo (b^* positivo) (Dietschi, Campanile, & Holz, 1994; Joiner, 2006; Kurtulmus-yilmaz et al., 2013; Pecho et al., 2015).

Delta E (ΔE) refere-se às diferenças de cor entre dois objetos e calcula-se através desta expressão (Dietschi et al., 1994; Pecho et al., 2015; Villalta et al., 2006):

$$\Delta E_{ab*} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

A alteração da cor é perceptível quando $\Delta E > 1,0$ (Stefano Ardu et al., 2010; Johnston, 2009). O valor $\Delta E = 3,3$ é o limite de aceitabilidade para pigmentação. Acima deste valor, a alteração da cor torna-se inaceitável e a restauração em si, tem indicação para ser substituída por motivos estéticos (Stefano Ardu et al., 2010; Mazur-koczorowska et al., 2008).

5. Branqueamento

O branqueamento dentário tornou-se um dos procedimentos estéticos mais famosos e bem aceites nas últimas décadas. Embora haja outros tratamentos para modificar a cor dos dentes, este foi considerado a primeira escolha dos pacientes que procuram uma melhoria na estética dentária (Yu, Zhang, & Cheng, 2015).

5.1 História

O branqueamento dentário foi reportado como tratamento estético no início de 1877 (Yu et al., 2015). Nesta altura, finais do século XIX, os agentes mais utilizados para branqueamento de dentes não vitais incluíam o cianeto de potássio, o ácido oxálico, o ácido sulfuroso, o cloreto de alumínio, o hidrofosfato de sódio, a pirozona, o peróxido de hidrogénio e o peróxido de sódio. Todas estas substâncias eram consideradas oxidantes diretos ou indiretos da porção orgânica do dente. Em relação aos dentes vitais, estes também era branqueados, em meados de 1868, com ácido oxálico, pirozona e mais tarde com peróxido de hidrogénio. Em 1911, o uso de peróxido de hidrogénio com o auxílio de um instrumento que gerasse calor, foi considerado um método aceitável para uso nas clínicas dentárias (Alqahtani, 2014).

Em finais de 1960, Dr. Bill Klusmier, um ortodontista, instruiu os seus pacientes a utilizarem um antisséptico oral *over-the-counter* que continha peróxido de carbamida 10% e que era utilizado através de uma moldeira que os pacientes usavam durante a noite. Dr. Klusmier descobriu que este produto não só melhorava a saúde das gengivas como também branqueava os dentes. Consequentemente Proxigel™, uma mistura de peróxido de carbamida 10%, água, glicerina e carbopol (carboxipolimetileno - polímero acrílico utilizado na indústria cosmética para o fabrico de produtos em gel aumentando a viscosidade do mesmo) foi comercializado devido à sua libertação lenta de peróxido de carbamida. Assim, este produto foi o primeiro a ser utilizado com o propósito de branquear os dentes e foi introduzido em 1989 como uma técnica *At-Home Bleaching*. Mais tarde, outros produtos e técnicas de branqueamento foram introduzidas (Alqahtani, 2014).

Os agentes branqueadores *over the counter* (OTC) foram introduzidos nos Estados Unidos na década de 90, contendo baixas concentrações de peróxido de hidrogénio ou peróxido de carbamida e vendidos diretamente aos consumidores para o seu uso em casa (Yu et al., 2015).

Finalmente surgiram as técnicas de branqueamento nos consultórios *In-Office Bleaching* que utilizam concentrações de peróxido de hidrogénio entre os 15% e os 40%, com ou sem o auxílio de luz e com proteção gengival através de isolantes.

5.2 Composição dos Agentes Branqueadores Comerciais

Os agentes branqueadores atuais são constituídos por ingredientes ativos e inativos. Os ingredientes ativos são o peróxido de hidrogénio ou o peróxido de carbamida, que é uma junção de peróxido de hidrogénio com ureia (Joiner, 2006). Por outro lado, os inativos incluem os agentes espessantes, como o Carbopol; os agentes portadores, como a glicerina; o surfactante e dispersante de pigmentos; os conservantes, como o metilo, o propilparabeno e o benzoato de sódio e ainda podem conter agentes que conferem sabor (Alqahtani, 2014).

5.3 Mecanismo de Ação do Branqueamento Dentário

Os pigmentos existentes no interior das estruturas dentárias são designados de cromóforos. Estes são compostos orgânicos que apresentam cadeias moleculares longas que possuem ligações simples ou duplas e que, muitas vezes, têm na sua constituição anéis de carbono ou fenólicos e heteroátomos. O branqueamento consiste na descoloração de um cromóforo através de um processo de oxidação dos compostos químicos presentes nas cadeias longas, clivando-as em cadeias menores (Joiner, 2006).

O peróxido de hidrogénio é um agente oxidante que, ao difundir-se no dente, dissocia-se produzindo radicais livres instáveis como os radicais hidroxilo ($\text{HO}\cdot$), radicais peridroxil ($\text{HOO}\cdot$), aniões peridroxil (HOO^-) e aniões superóxido ($\text{OO}\cdot^-$), que irão atacar as moléculas orgânicas pigmentadas nos espaços entre os sais inorgânicos no esmalte do dente, atacando as cadeias duplas das moléculas cromogénicas dentro dos tecidos dentários (Joiner, 2006; Minoux & Serfaty, 2008). A quebra das cadeias duplas resulta em pigmentos mais pequenos e leves, existindo, conseqüentemente, uma alteração no espetro de absorção das moléculas cromogénicas, dando-se assim o branqueamento dentário (Alqahtani, 2014).

Quando falamos em peróxido de carbamida, este é convertido em peróxido de hidrogénio e ureia. A ureia, por sua vez, dissocia-se em amónia e dióxido de carbono. Como explicado anteriormente, o peróxido de hidrogénio é um forte agente oxidante que se converte em água, oxigénio e radicais livres. Estes radicais livres vão ser os responsáveis por branquear os dentes ao oxidar os pigmentos responsáveis pela coloração dentária (Mohammadi et al., 2012).

A capacidade de difusão do peróxido de hidrogénio e, conseqüentemente, do resultado do branqueamento dependem de diversos fatores como o grau de permeabilidade dos tecidos dentários, a área de superfície exposta ao agente branqueador, a espessura do tecido dentário, a concentração do produto de branqueamento, o tempo de aplicação e o número de vezes que é aplicado (Dahl & Pallesen, 2003; Mohammadi et al., 2012).

No caso da pigmentação por tetraciclina, o mecanismo de branqueamento consiste na degradação química das estruturas insaturadas do tipo quinona presentes nas tetraciclina levando à existência de menos moléculas pigmentadas. A técnica de

branqueamento dentário de dentes vitais durante a noite pode melhorar substancialmente a pigmentação por tetraciclinas (Leonard, Haywood, Caplan, & Tart, 2003).

Mais recentemente, o fosfato de cálcio amorfo (ACP) foi inserido nos produtos de branqueamento para reduzir a sensibilidade e reduzir a desmineralização do esmalte, através de um processo de remineralização depois do tratamento branqueador, promovendo também brilho ao dente (Berger, Pavan, Dos Santos, Giannini, & Bedran-russo, 2012).

5.4 Técnicas de Branqueamento Dentário em Dentes Vitais

As diversas técnicas de branqueamento dentário podem ser classificadas e divididas consoante a vitalidade dos dentes. Assim, existe o branqueamento externo utilizado para dentes vitais e o branqueamento interno para dentes que sofreram tratamento endodôntico (Carballero, Navarro, & Lorenzo, 2006)

Os agentes de branqueamento mais aplicados são o peróxido de hidrogénio e o peróxido de carbamida. No entanto, as concentrações utilizadas, o tempo e o modo de aplicação variam de acordo com a técnica escolhida (Carballero et al., 2006; Meireles et al., 2012).

Em relação ao branqueamento em dentes vitais, existem três principais abordagens: o branqueamento em consultório (*in-office bleaching* ou *power bleaching*), o branqueamento em ambulatório (*at-home bleaching* ou *dentist-supervised night-guard bleaching*) e o branqueamento com produtos de venda livre ou *over-the-counter* (OTC) (Alqahtani, 2014; Joiner, 2006; Yu et al., 2015).

No branqueamento em consultório são utilizados agentes branqueadores com concentrações altas de peróxido de hidrogénio (25-40%). Aqui o dentista tem o completo controlo do procedimento e tem a capacidade de parar o tratamento quando a cor pretendida é alcançada. Neste procedimento, o gel é usado depois de aplicação do dique de borracha ou de outros isolantes alternativos e o peróxido é ativado, ou não, pela luz ou calor de uma lâmpada posicionada diante do doente (Alqahtani, 2014).

O branqueamento em casa envolve a utilização de compostos de baixas concentrações (peróxido de carbamida 10-16% ou peróxido de hidrogénio 3,5-6%) e a

confeção de uma moldeira que é utilizada durante a noite. Este, apesar de ser utilizado em casa, deve ser supervisionado pelo médico dentista através de consultas de controlo (Alqahtani, 2014). Esta técnica oferece bastantes vantagens como o menor tempo de cadeira, a alta segurança dos agentes branqueadores, a existência de menos efeitos adversos e o baixo custo. Contudo, é um procedimento que depende da determinação do doente e das suas capacidades (Leonard et al., 2003).

5.5 Contra-Indicações

O branqueamento dentário tem como contraindicações os doentes com expectativas muito elevadas, a presença de lesões de cárie e lesões periapicais, gravidez, presença de coroas ou restaurações extensas na linha do sorriso, sensibilidade dentária, fraturas e dentina exposta, e doentes idosos com recessões e exposição radicular. No entanto a presença de coroas ou restaurações extensas na linha do sorriso não são consideradas como contraindicações absolutas uma vez que se pode proceder à sua substituição caso o doente esteja disposto. No caso de presença de lesões de cárie e lesões periapicais é primeiro necessário efetuar os tratamentos para sua resolução e só depois realizar o branqueamento dentário (Sulieman, 2008).

5.6 Fatores que Influenciam o Branqueamento

5.6.1 Tipo de branqueamento

Em geral, a eficácia do peróxido de hidrogénio é semelhante quando comparada à eficácia do peróxido de carbamida com um teor de peróxido de hidrogénio equivalente e utilizado através de procedimentos semelhantes (Joiner & Thakker, 2004; Joiner, 2006).

5.6.2 Concentração do gel e tempo de aplicação

A concentração e o tempo são fatores que influenciam diretamente o resultado e a eficácia do tratamento dentário. Verificou-se que quanto maior a concentração, menor o número de aplicações necessárias para atingir um branqueamento uniforme. No entanto, constatou-se também que a eficácia dos géis com menores concentrações de agente de

branqueamento é semelhante à eficácia dos que apresentam maiores concentrações, quando o período de tratamento é aumentado (Joiner, 2006).

5.6.3 Calor e luz

A taxa de reações químicas pode ser aumentada através de um aumento de temperatura, onde uma subida de 10°C pode duplicar o número de reações químicas. Porém, um aumento de temperatura pode desencadear danos irreversíveis na polpa dentária. Uma fonte de luz pode ativar o peróxido de hidrogénio e acelerar as reações químicas redox do branqueamento (Joiner, 2006).

5.6.4 Outros fatores

O tipo de coloração e a cor inicial dos dentes desempenham um papel fundamental no resultado final do branqueamento (Joiner, 2006).

5.7 Segurança e Legislação

O atual enquadramento legislativo e regulamentar, europeu e nacional, decorrente nomeadamente da entrada em vigor do Regulamento (CE) n.º 1223/2009, de 30 de novembro, relativo aos produtos cosméticos, com as alterações introduzidos pelo Regulamento (EU) n.º 344/2013 da Comissão, de 4 de abril, prevê que a colocação e disponibilização no mercado de produtos destinados ao branqueamento dentário estão sujeitas a restrições, designadamente no que diz respeito à concentração em peróxido de hidrogénio (presente ou libertado) permitida nestes produtos (entre 0,1 % e 6%), a quem podem ser vendidos esses produtos (somente a médicos dentistas, para utilização profissional) e em que condições podem ser utilizadas (não podem ser utilizados em pessoas com idade inferior a 18 anos). Por outro lado, poderão ser encontrados disponíveis, no mercado europeu, e também no mercado nacional, produtos qualificados como dispositivos médicos, e ostentando a respetiva marcação CE, com concentrações de peróxido de hidrogénio acima de 6%. No entanto, apenas nos casos em que estes produtos, têm efetivamente uma finalidade médica prevista pelo seu fabricante, devidamente suportados por dados clínicos, poderão ser qualificados como dispositivos médicos, e terão de cumprir todos os requisitos legais aplicáveis (Legislação Farmacêutica Compilada, . Despacho n.º 1136/2014, de 13 de janeiro (2014)).

6. Microscópio Eletrônico de Varrimento (SEM)

O microscópio eletrônico de varrimento (SEM) é um dos instrumentos mais versáteis disponíveis para o exame e a análise da morfologia, microestrutura e caracterização da composição química. É necessário conhecer os princípios básicos da ótica da luz a fim de compreender os fundamentos da microscopia eletrônica. A olho nu, o ser humano pode discriminar objetos que subtendem cerca de $1/60^\circ$ de ângulo visual, correspondendo a uma resolução de aproximadamente 0,1 mm (a uma distância de visualização ideal de 25 cm). A microscopia ótica tem o limite de resolução de aproximadamente 2.000 Å ao ampliar o ângulo de visão através da lente ótica. A microscopia de luz tem sido e continua a ser de grande importância para a pesquisa científica (Zhou, Apkarian, Wang, & Joy, 2007).

A formação da imagem no SEM está dependente da aquisição de sinais produzidos a partir das interações feixe de elétrons/amostra. O sinal mais amplamente utilizado, produzido pela interação do feixe de elétrons principal com o espécime, é o sinal de emissão de elétrons secundários (Zhou et al., 2007).

Os elétrons secundários são usados principalmente para o contraste topográfico no SEM, isto é, para a visualização de textura superficial e rugosidade. A imagem topográfica depende de quantos elétrons secundários, na verdade, chegam ao detetor. Um sinal de elétrons secundários pode demonstrar estruturas de superfície para baixo dos 10 nm ou melhor. Apesar de poderem ser produzidos um elevado número de elétrons secundários através da interação amostra/feixe primário, apenas aqueles que atingem o detetor irão contribuir para a imagem final. Elétrons secundários que são impedidos de alcançar o detetor geram sombras ou zonas mais escuras do que aquelas regiões que têm um caminho de elétrons desobstruído para o detetor (Zhou et al., 2007).

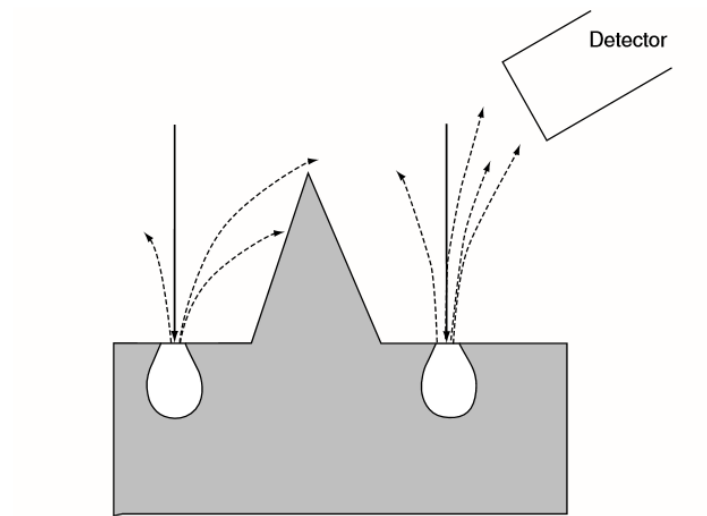


Figura 8: Ilustração do efeito da topografia de superfície e a posição do detector na detecção dos elétrons secundários. (Adaptado de Weilie Zhou et al, 2007)

II. Objetivos

O objetivo deste estudo é avaliar a rugosidade de superfície e a cor das resinas compostas mais usadas nos dias de hoje, após a exposição a agentes branqueadores com recurso a microscopia eletrónica e espectrofotometria de reflexão.

1. Hipóteses de estudo

H1- Não existem alterações de cor após exposição a peróxido de carbamida 10%.

H2- Não existem alterações de rugosidade da superfície após exposição a peróxido de carbamida 10%.

H3- Não existem alterações de cor após exposição a peróxido de hidrogénio 6% durante 8 horas diárias.

H4- Não existem alterações de rugosidade da superfície após exposição a peróxido de hidrogénio 6% durante 8 horas diárias.

H5- Não existem alterações de cor após exposição a peróxido de hidrogénio 6% durante 30 minutos duas vezes por dia.

H6- Não existem alterações de rugosidade da superfície após exposição a peróxido de hidrogénio 6% durante 30 minutos duas vezes por dia.

III. Materiais e métodos

1. Materiais utilizados

1. 2 Placas de vidro esterilizadas
2. Tesoura esterilizada
3. Pinça esterilizada
4. Condensador metálico esterilizado (Asa Dental – Bozzano, Italy)
5. Espátula angulada esterilizada (Asa Dental – Bozzano, Italy)

6. Lâminas de vidro

7. Fotopolimerizador “Optilux 501” (Kerr – Middleton, USA) limpo entre utilizações com álcool a 75% e com a intensidade controlada pelo radiômetro para que nunca seja inferior a 600 mW/cm²

8. Radiômetro “Model 100 Curing Radiometer” (Demetron Research Corporation – Danbury, USA)

9. Matriz de aço inoxidável

10. Scanning Electron Microscope (SEM), S-2400 (Hitachi, Illinois, USA)

11. Bases metálicas para colocação das amostras no SEM.

12. Fita adesiva condutora

13. Espectrofotômetro Spectro-Shade Micro (MHT - Niederhasli, Switzerland)

14. Resinas Compostas:

Filtek™ Z250 A2 (3M ESPE – Minnesota, USA); composição: Matriz Orgânica (40%) – Bis-EMA, UDMA e TEGDMA; Carga Inorgânica (60%) – Microhíbrido com partículas de quartzo entre 0,01µm a 3,5µm com tamanho médio de 0,6µm. Fotopolimerizar durante 20 segundos em incrementos de 2,5 mm, segundo as indicações do fabricante. Lote N760810

Enamel HRi™ Dentin UD2 (Micerium S.p.A.- Avegno (GE), Italy); composição: Matriz Orgânica (47%) – Diuretanodimetacrilato, Bis-GMA, 1,4-butandiol dimetacrilato; Carga Inorgânica (53%) – Microhíbrido com partículas de vidro com tamanho médio de 0,7µm e sílica dispersa com tamanho médio de 0,04µm. Fotopolimerizar durante 40 segundos em incrementos de 2 mm, segundo as indicações do fabricante. Lote 2016001380.

Filtek™ Supreme XTE A2 (Enamel) (3M ESPE – Minnesota, USA); composição: Matriz Orgânica (36,7%) – Bis-GMA, UDMA, TEGMA e Bis-EMA; Carga Inorgânica (63,3%) – Nanoparticulado com partículas livres de sílica (20nm), partículas livres de zircônio (4 a 11nm) e clusters de sílica e zircônio agregados (tamanho médio de 0,6 a 10 µm). Fotopolimerizar durante 40 segundos em incrementos de 2,5 mm, segundo as indicações do fabricante. Lote N744060.

Tabela 2: Classificação e constituição das resinas compostas utilizadas neste trabalho.

	Filtek Z250	Filtek Supreme XTE (Esmalte)	Enamel Hri Plus (Dentina)
Matriz Orgânica	Bis-EMA UDMA TEGDMA	Bis-GMA UDMA TEGDMA Bis-EMA	Diuretanodimetacrilato o Bis-GMA 1,4butandioldimetacrilato
Matriz Inorgânica	Partículas de quartzo entre 0,01µm a 3,5µm com tamanho médio de 0,6µm (60%).	Partículas de Sílica (110%), partículas de zircónio (1-10%) e <i>clusters</i> de sílica e zircónio agregados.	Partículas de vidro com tamanho médio de 0,7µm e sílica dispersa com tamanho médio de 0,04µm (53%).
Tamanho das Partículas	Microhíbrido	Nanoparticulado	Microhíbrido
Fornecedor	3M ESPE, St. Paul, MN, USA.	3M ESPE, St. Paul, MN, USA.	Micerium S.p.A.- Avegno (GE), Italy
Modo de Utilização	Aplicação por incrementos de 2 mm e fotopolimerização entre incrementos durante 40s	Aplicação por incrementos de 2 mm e fotopolimerização entre incrementos durante 40s	Aplicação por incrementos de 2 mm e fotopolimerização entre incrementos durante 40s



Figura 11: Filtek™ Z250 A2 (3M ESPE – Minnesota, USA)



Figura 9: Filtek™ Supreme XTE A2 (Enamel) (3M ESPE – Minnesota, USA)



Figura 10: Enamel Hri™ Dentin UD2 (Micerium S.p.A.- Avegno (GE), Italy)

12. Géis de Branqueamento:

Opalescence™ Peróxido Carbamida 10% (Ultradent Products, Inc.- South Jordan); Composição: peróxido de Carbamida ($\leq 20\%$), ácido poliacrílico ($<10\%$), hidróxido de sódio ($<5\%$), fluoreto de sódio (0,25%); pH 6,5. Lote BBCP1.

Ena White Light™ Peróxido de Hidrogénio 6% (Micerium S.p.A.-Avegno(GE), Italy); Composição: Glicerol (10-25%), peróxido de hidrogénio (10-25%), nitrato de potássio ($<2,5\%$); pH 6. Lote 1604029.



Figura 13: Opalescence™ Peróxido Carbamida 10% (Ultradent Products, Inc.- South Jordan)



Figura 12: Ena White Light™ Peróxido de Hidrogénio 6% (Micerium S.p.A.-Avegno(GE), Italy)

2. Método

2.1 Confeção das amostras

1. Confeção de discos de compósito através da compactação de resina composta no interior de uma matriz de aço inoxidável (diâmetro: 10 mm; espessura: 2 mm) com o auxílio de uma espátula angulada e de um condensador metálico, intercalando uma lâmina com as placas de vidro. Foram confeccionadas 60 amostras no total (45 amostras que são sujeitas a branqueamento e 15 amostras pertencentes ao grupo controlo). Estas foram divididas em 12 grupos sendo 3 grupos de controlo;

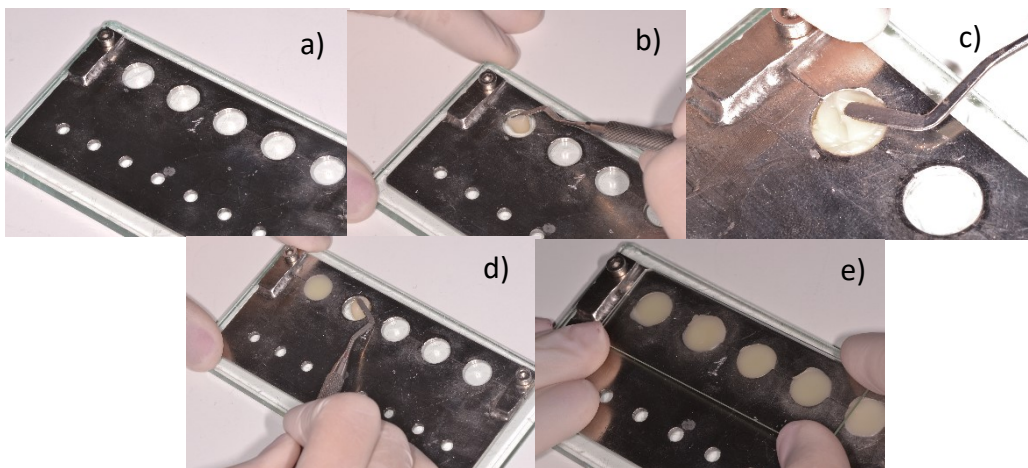


Figura 14: a) Matriz de aço inoxidável; b) Colocação de resina composta na matriz; c) Compactação de resina composta na matriz de aço inoxidável com o auxílio de uma espátula angulada; d) Confeção do segundo disco de resina composta; e) Colocação de lamela por cima das amostras e compressão.

2. As amostras foram fotopolimerizadas através da placa de vidro durante 40 segundos em cada lado da amostra e armazenadas em recipientes próprios. O fotopolimerizador foi limpo com álcool a 75% antes da sua utilização e a sua

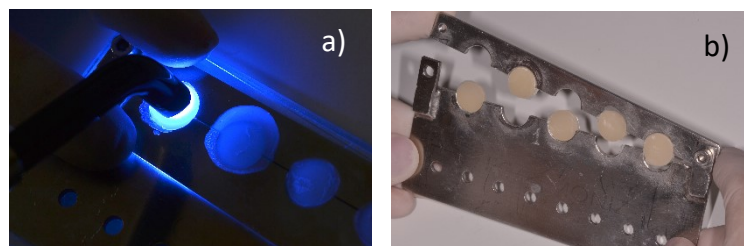


Figura 15: a) Fotopolimerização das amostras de resina composta; b) Desinserção das amostras de resina composta da matriz de aço inoxidável.

intensidade controlada periodicamente de 5 em 5 utilizações, com recurso a um radiómetro para que nunca fosse inferior a 500 mW/cm². A referência mínima indicada pelos fabricantes é de 400 mW/cm²;

3. Remoção dos excessos das amostras com pedra de Arkansas;
4. As 60 amostras foram separadas em 12 grupos diferentes, sendo que 3 grupos foram sujeitos a branqueamento com peróxido de carbamida 10% (n=5) durante 8 horas por dia; 3 grupos foram submetidos a branqueamento com peróxido de hidrogénio 6% (n=5) durante 8 horas por dia; 3 grupos foram submetidos a branqueamento com peróxido de hidrogénio 6% (n=5) durante 30 minutos 2 vezes por dia e 3 grupos foram utilizados como grupo de controlo (n=5). Estas, foram armazenadas em água destilada durante 24 horas para garantir uma polimerização completa;

Tabela 3: Grupos experimentais do estudo.

	Filtek Z250	Filtek Supreme XTE	Enamel Hri plus
Controlo	Fc (n=5)	FSc (n=5)	Ec (n=5)
Peróxido Hidrogénio 6% (8h)	FPH8 (n=5)	FSPH8 (n=5)	EPH8 (n=5)
Peróxido Hidrogénio 6% (30min 2xDia)	FPH30 (n=5)	FSPH30 (n=5)	EPH30 (n=5)
Peróxido Carbamida 10%	FPC (n=5)	FSPC (n=5)	EPC (n=5)

5. Uma amostra de cada grupo foi analisada em microscópio ótico de varrimento (SEM) para captação de imagens da rugosidade de superfície inicial. As restantes amostras foram analisadas com Espectrofotómetro Spectro-Shade Micro (MHT - Niederhasli, Switzerland) para análise da cor inicial;
6. As amostras mantiveram-se em contacto com os respetivos géis de branqueamento durante o respetivo período de tempo durante 21 dias. Após o tratamento com os géis, as amostras eram limpas com água corrente durante 1 minuto e guardadas novamente em água destilada num ambiente de 37°C;
7. As respetivas amostras foram analisadas ao 14º dia em microscópio eletrónico de varrimento (SEM) para captura de imagens da rugosidade de superfície e

Espectrofotómetro Spectro-Shade Micro (MHT - Niederhasli, Switzerland) para registo da cor, continuando depois com o tratamento mais 7 dias.

8. Após o período de tempo estipulado para o tratamento com géis de branqueamento (21 dias), as amostras foram armazenados e identificados individualmente;
9. As respetivas amostras foram novamente analisadas em microscópio eletrónico de varrimento (SEM) para captura de imagens da rugosidade de superfície final e Espectrofotómetro Spectro-Shade Micro (MHT - Niederhasli, Switzerland) para registo da cor final.

2.2 Análise Microscópio Eletrónico Varrimento

1. Preparação das amostras colocando-as numa base metálica com fita adesiva condutora;
2. Colocação das amostras em vácuo;
3. Metalização das amostras com ouro e paládio a uma tensão de 2,4 KV, com uma corrente de mA e uma deposição de 15 nanómetros por minuto, num total de 30 nanómetros de espessura (2 minutos de exposição);

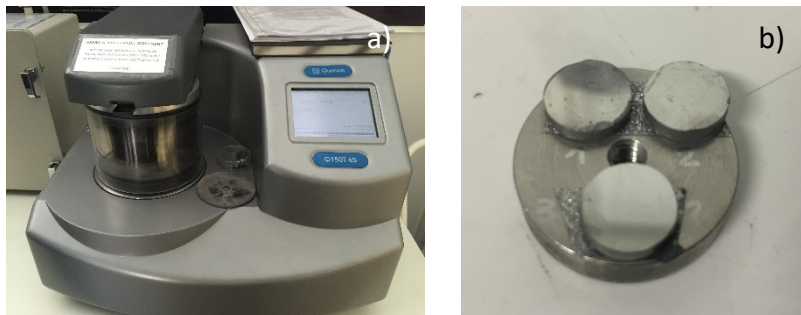


Figura 16: a) Metalização das amostras no Quorum Technologies modelo Q150T ES; b) Amostras metalizadas com ouro e paládio.

4. Colocação das amostras no Microscópio Eletrónico de Varrimento;



Figura 17: Microscópio Eletrónico de Varrimento

5. Análise das amostras individualmente a uma ampliação de 3000x e de 10000x.

2.3 Análise Espectrofotômetro Spectro-Shade Micro

1. Foi criada uma base em silicone adaptada a um frasco para a colocação das amostras, para que as condições ambientais durante as medições fossem iguais para todas as amostras (luz e inclinação do frasco). Para que o espectrofotômetro detete e assuma a amostra é necessário que o meio ambiente seja semelhante à cavidade oral contendo gengiva, dentes adjacentes e pontos de contacto. Para tal, utilizou-se um frasco contendo gengiva artificial e uma parte edêntula para a colocação da amostra, sendo o ponto de referência o dente adjacente à amostra.
2. A base de silicone e o frasco foram colocados numa caixa preta, para evitar alterações da luz incidente no objeto;

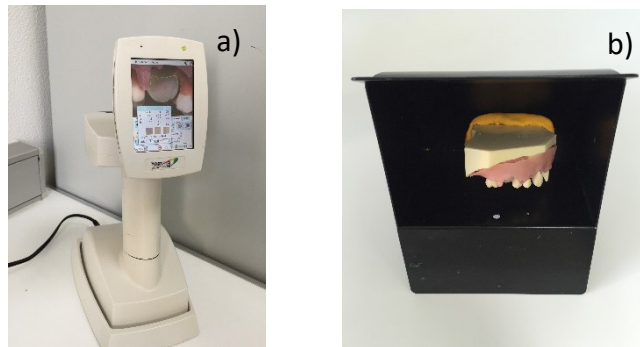


Figura 18: a) Espectrofotômetro; b) Frasco colocado na base de silicone dentro da caixa preta.

3. O aparelho é ligado e calibrado, sendo feita uma medição da cor branca e da cor verde presentes na base do aparelho;

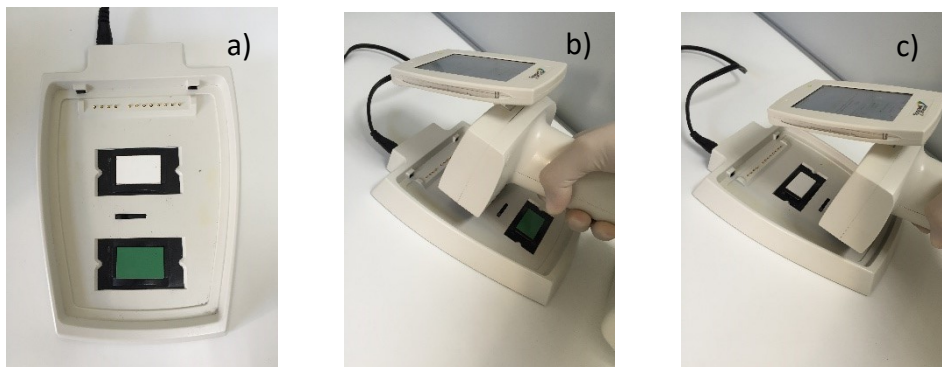


Figura 19: a) Base do Espectrofotômetro onde se encontram os quadrados de cor branca e verde para executar a calibração do aparelho; b) Calibração da cor branca; c) Calibração

4. Procedeu-se à medição da amostra. No mostrador surge uma linha que varia a sua cor, podendo ser vermelha ou verde consoante a inclinação do aparelho em relação à amostra. Para que a medição seja correta, esta linha tem de ser verde e deve aparecer um quadrado azul com uma cruz azul no meio do dente adjacente e só então, o botão é premido e a cor recolhida;

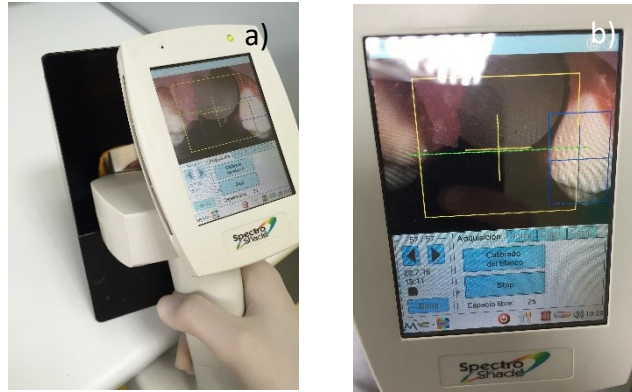


Figura 20: a) e b) Correta angulação do Espetrofotómetro em relação à amostra

5. O contorno da amostra é feito para destacar a zona da amostra que se quer analisar;

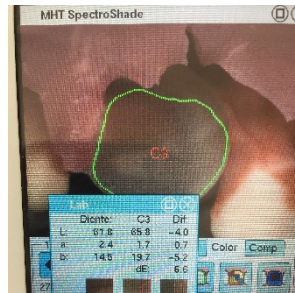


Figura 21: Elaboração do contorno da amostra.

6. Os dados referentes ao sistema CIE L*a*b*são recolhidos para avaliação da cor.

2.4. Análise Estatística

A análise estatística foi aplicada ao nível de significância de 5%. Os valores obtidos na análise com o espectrofotómetro Spectro-Shade Micro, foram avaliados e interpretados através do programa IBM SPSS versão 19.0.

IV. Resultados

1. Resultados da Microscopia Eletrónica de Varrimento

1.1 Branqueamento da Resina Composta Filtek Z250

As micrografias que se seguem referem-se à resina composta Filtek Z250 sem qualquer tratamento, após exposição a peróxido de Carbamida 10%, após exposição a peróxido de hidrogénio 6% durante 8 horas por dia e após exposição a peróxido de hidrogénio 6% durante 30 minutos, 2 vezes por dia, respetivamente. Podemos visualizar que ocorreram alterações ao nível da rugosidade de superfície da resina após qualquer tratamento. No entanto, o peróxido de hidrogénio 6% durante 30 minutos, 2 vezes por dia, demonstrou ter menor capacidade para provocar este efeito.

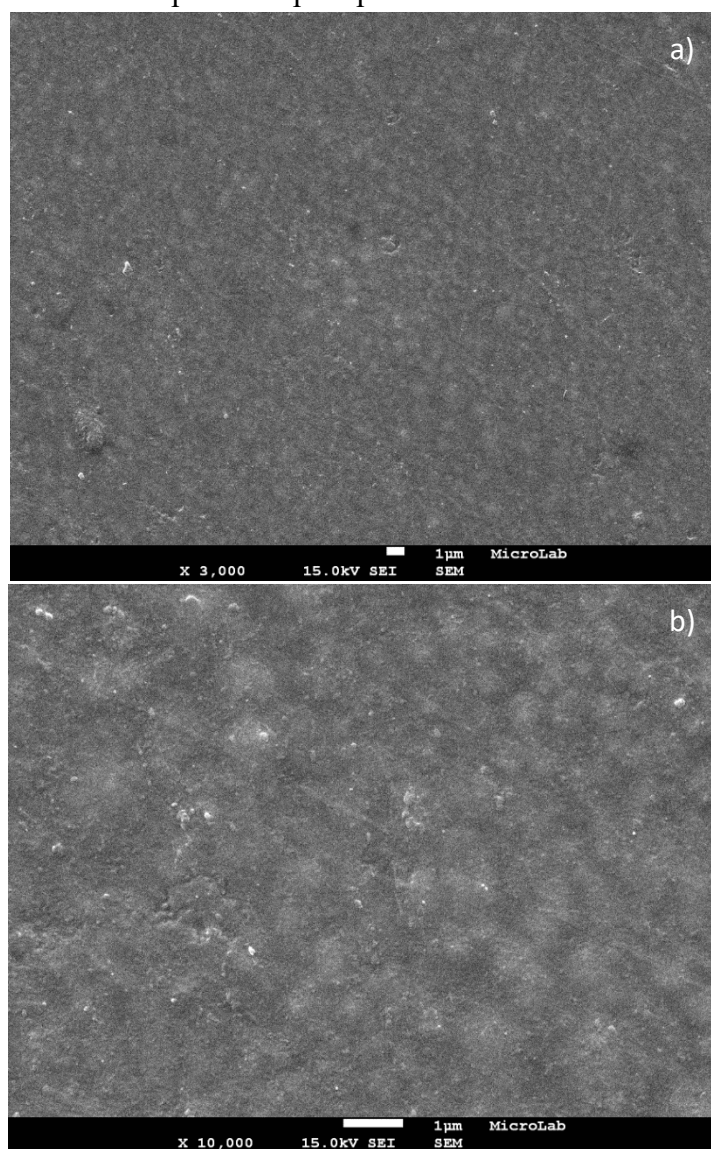


Figura 22: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 antes da exposição a branqueamento.

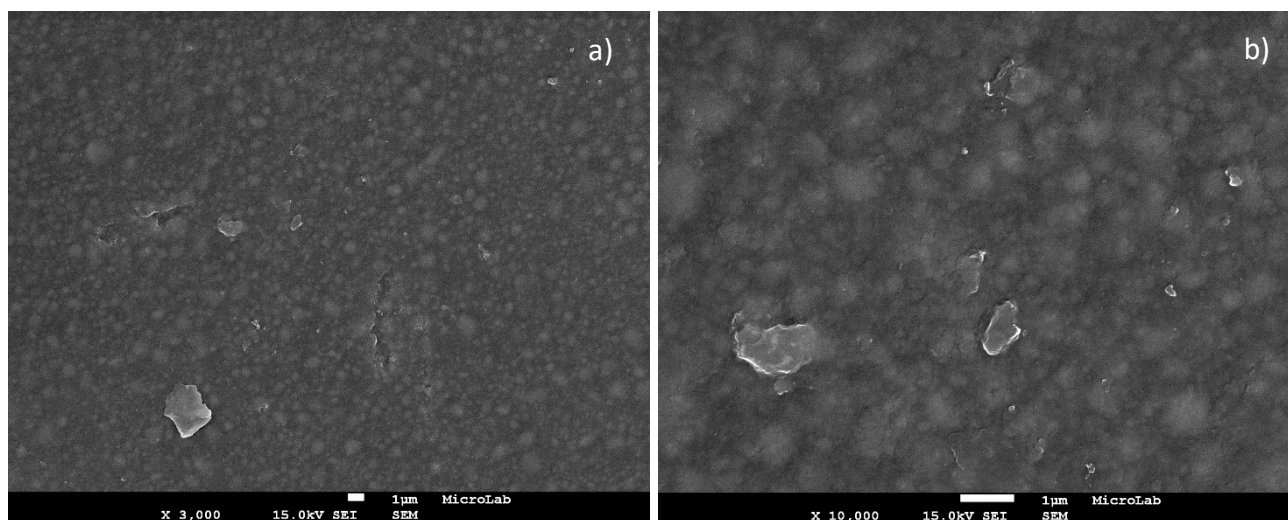


Figura 23: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 após 14 dias de tratamento com peróxido de carbamida 10%, 8horas/dia.

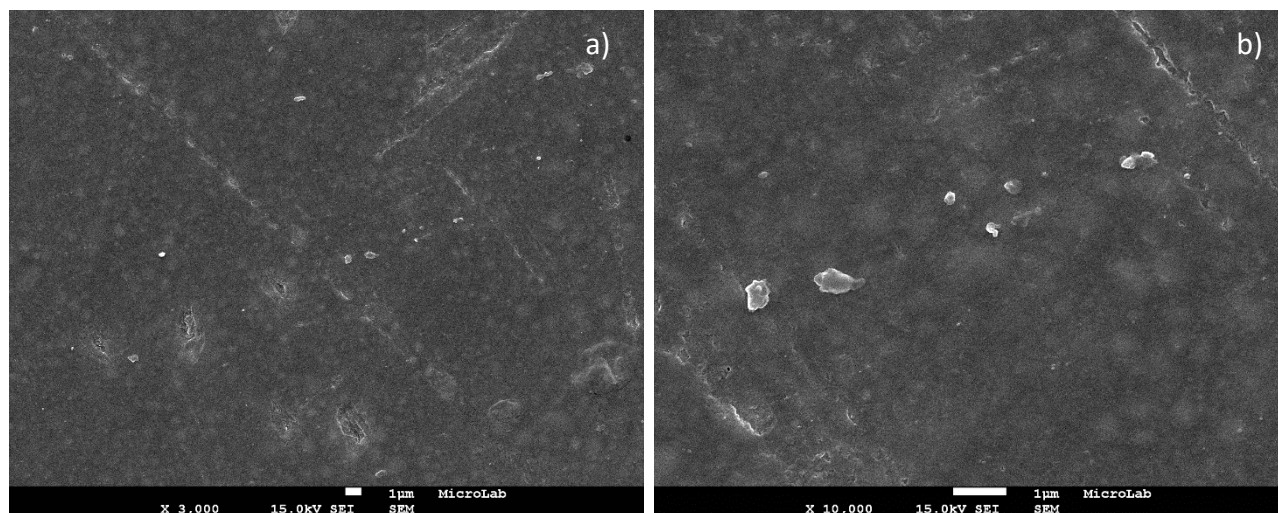


Figura 24: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 após 21 dias de tratamento com peróxido de carbamida 10%, 8horas/dia.

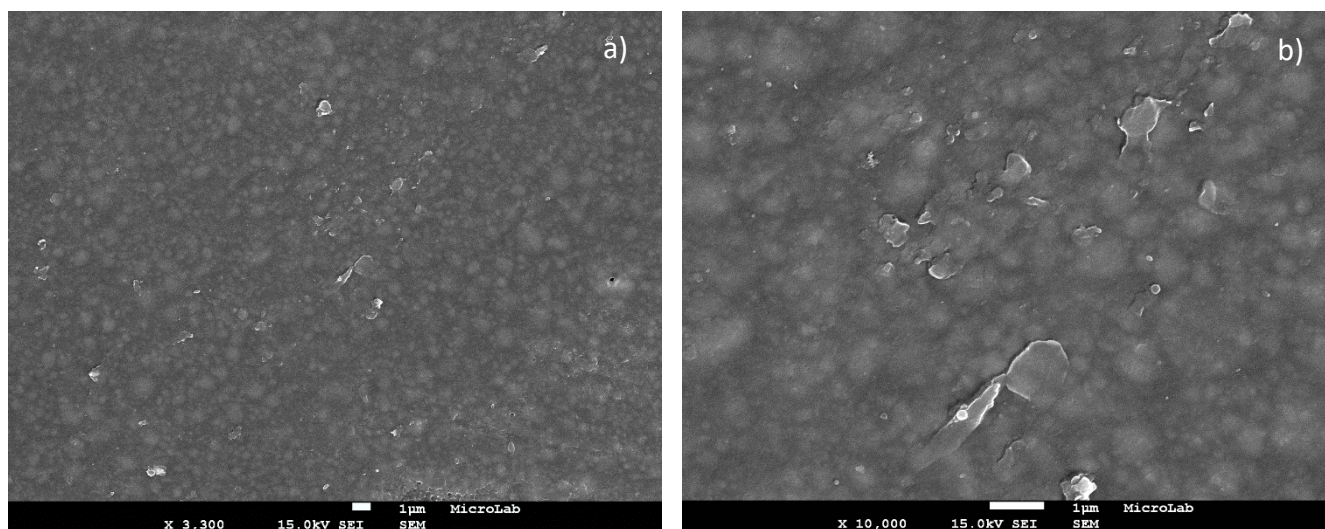


Figura 25: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 após 14 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 8horas/dia.

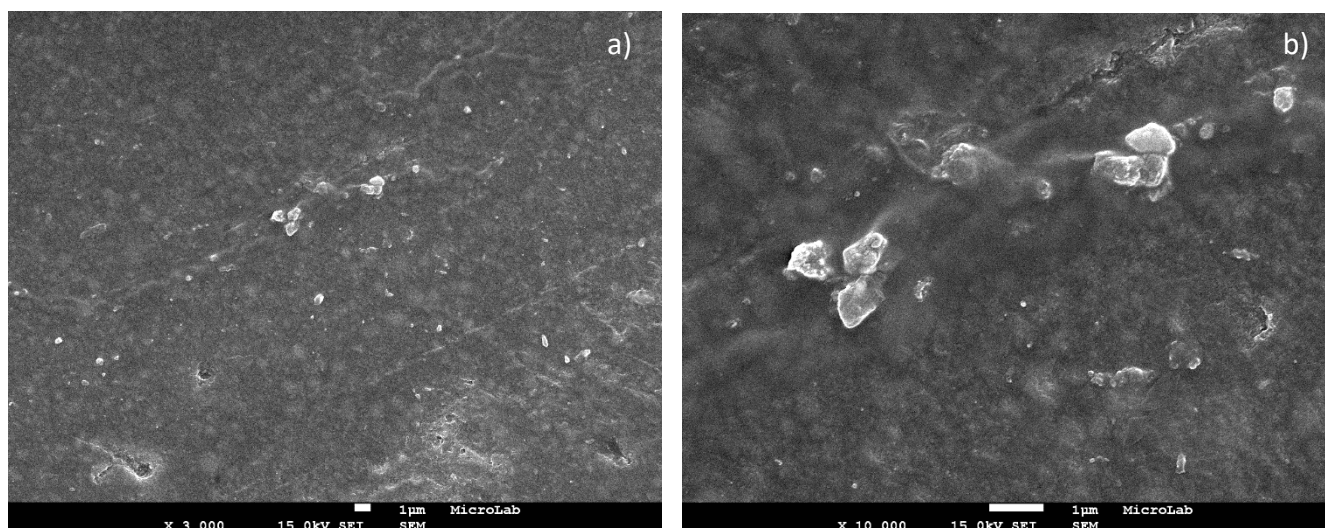


Figura 26: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 após 21 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 8horas/dia.

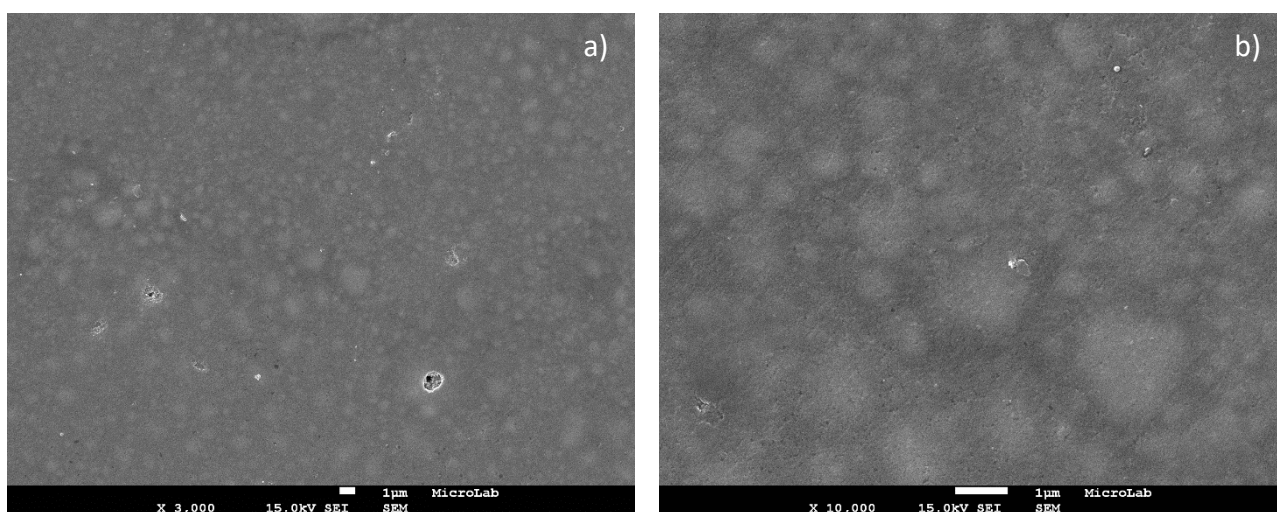


Figura 27: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 após 14 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 30 minutos/2x dia.

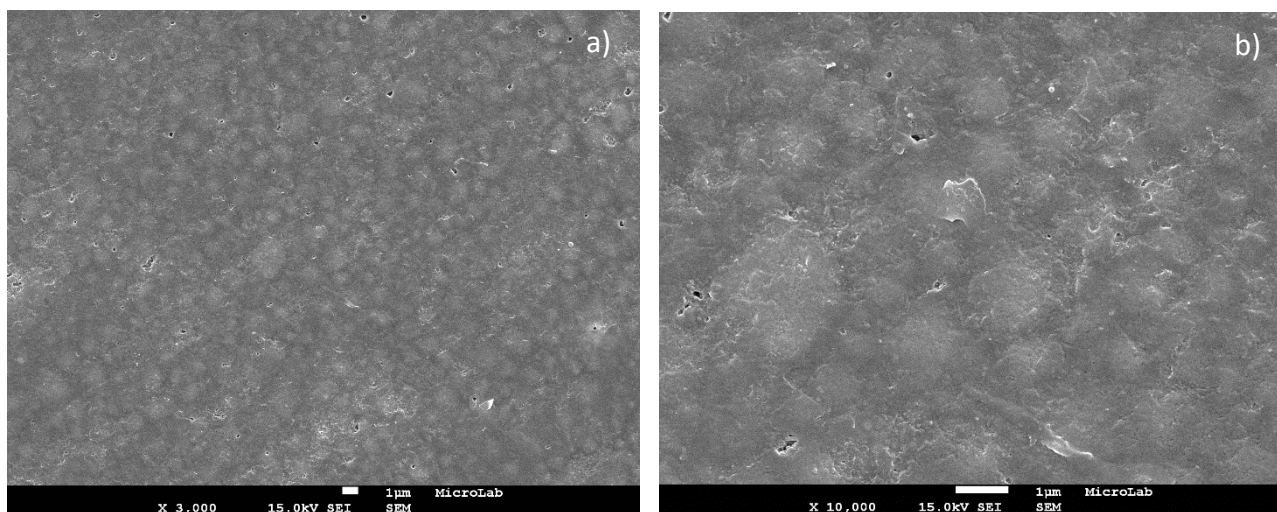


Figura 28: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Z250 após 21 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 30 minutos/2x dia.

1.2 Branqueamento da Resina Composta Filtek Supreme XTE

As micrografias que se seguem referem-se à resina composta Filtek Supreme XTE sem qualquer tratamento, após exposição a peróxido de Carbamida 10%, após exposição a peróxido de hidrogénio 6% durante 8 horas por dia e após exposição a peróxido de hidrogénio 6% durante 30 minutos, 2 vezes por dia, respetivamente. Podemos visualizar que ocorreram alterações ao nível da rugosidade de superfície da resina após qualquer tratamento. No entanto, o peróxido de hidrogénio 6% durante 30 minutos, 2 vezes por dia, demonstrou ter menor capacidade para provocar este efeito.

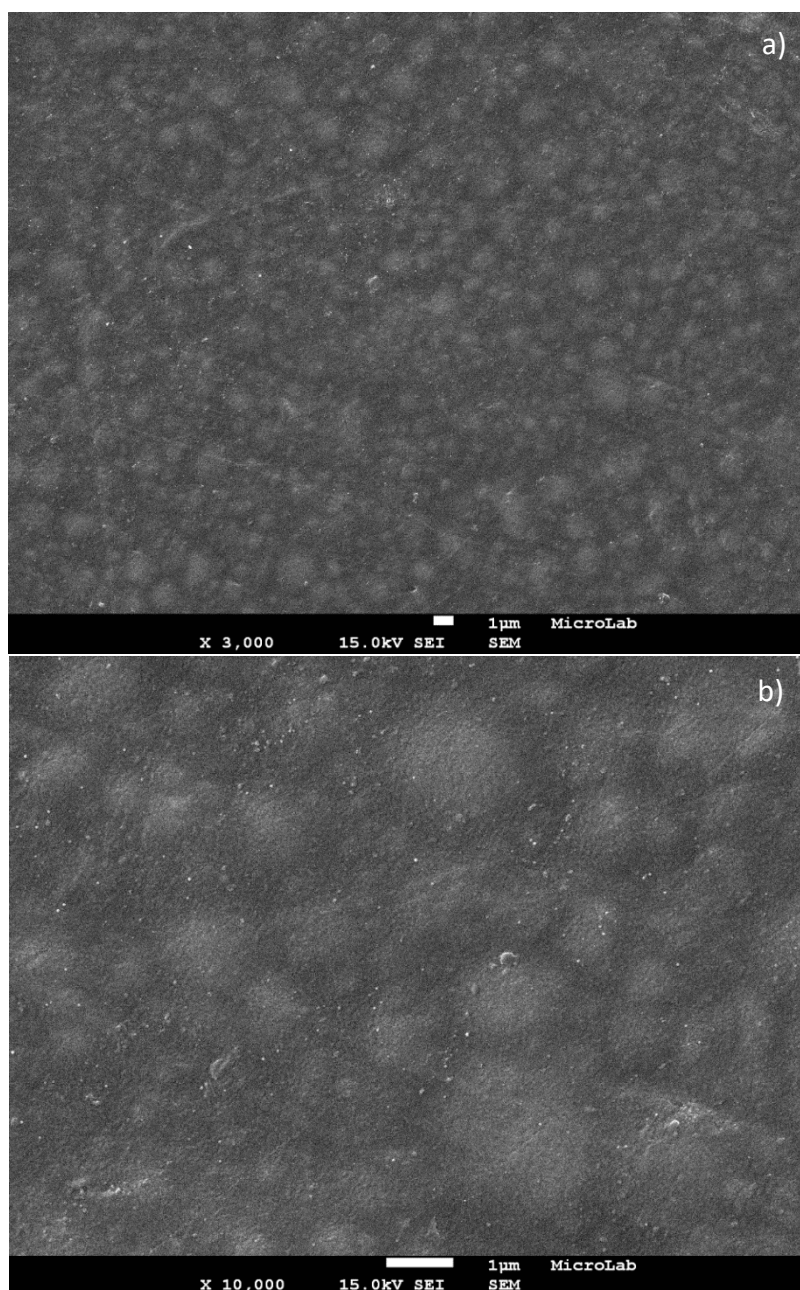


Figura 29: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Supreme XTE antes da exposição a branqueamento.

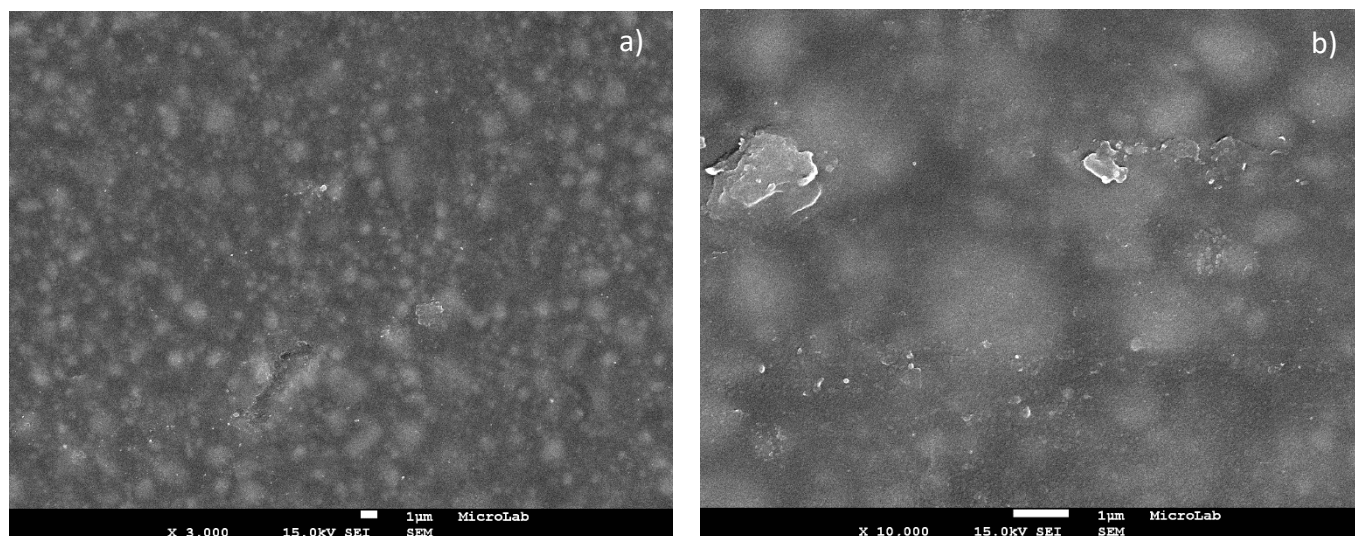


Figura 30: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrônico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Supreme XTE após 14 dias de tratamento com peróxido de carbamida 10%, 8horas/dia.

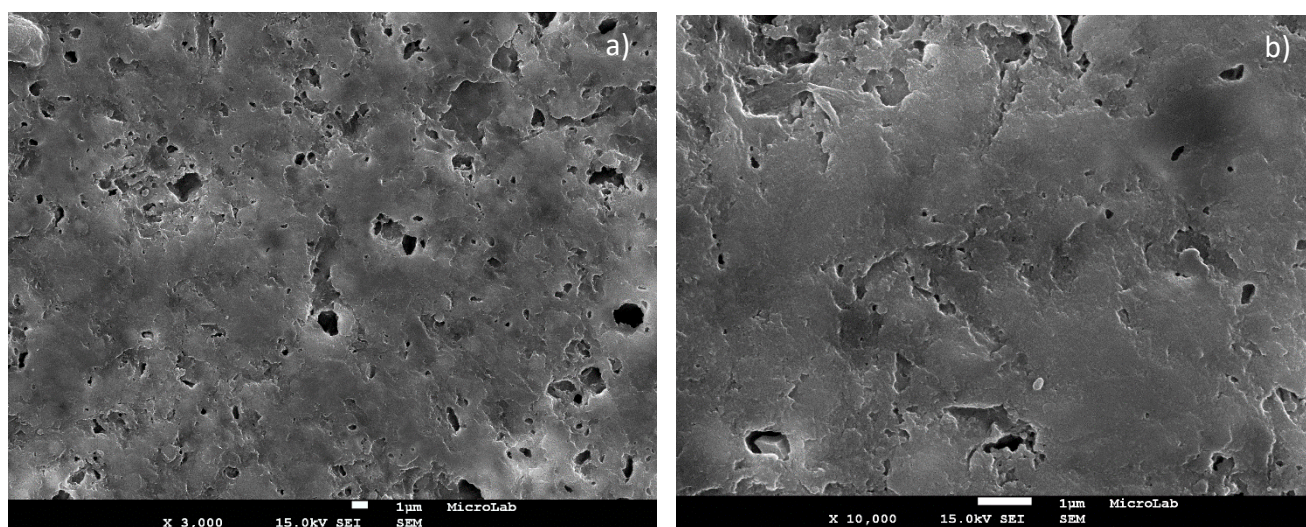


Figura 31: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrônico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Supreme XTE após 21 dias de tratamento com peróxido de carbamida 10%, 8horas/dia.

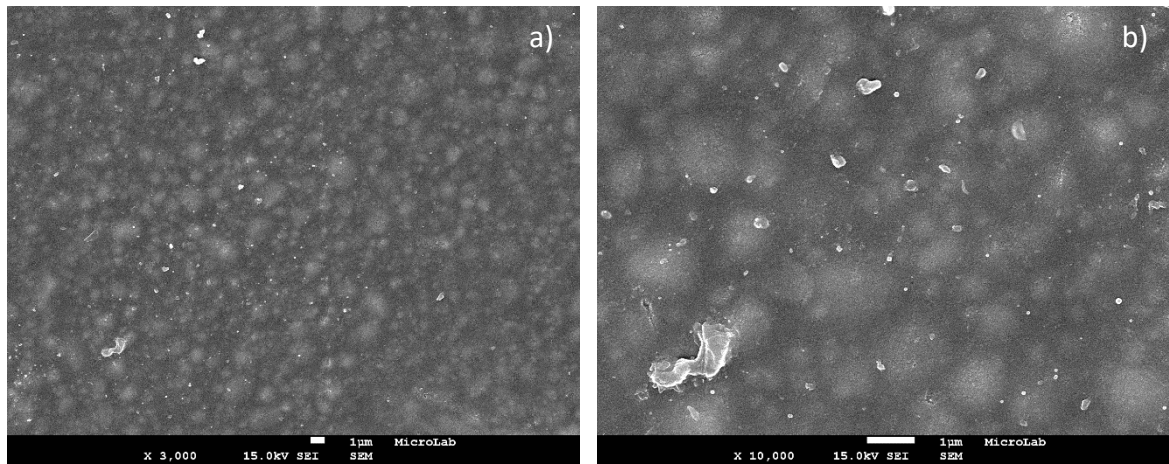


Figura 33: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Supreme XTE após 14 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 8horas/dia.

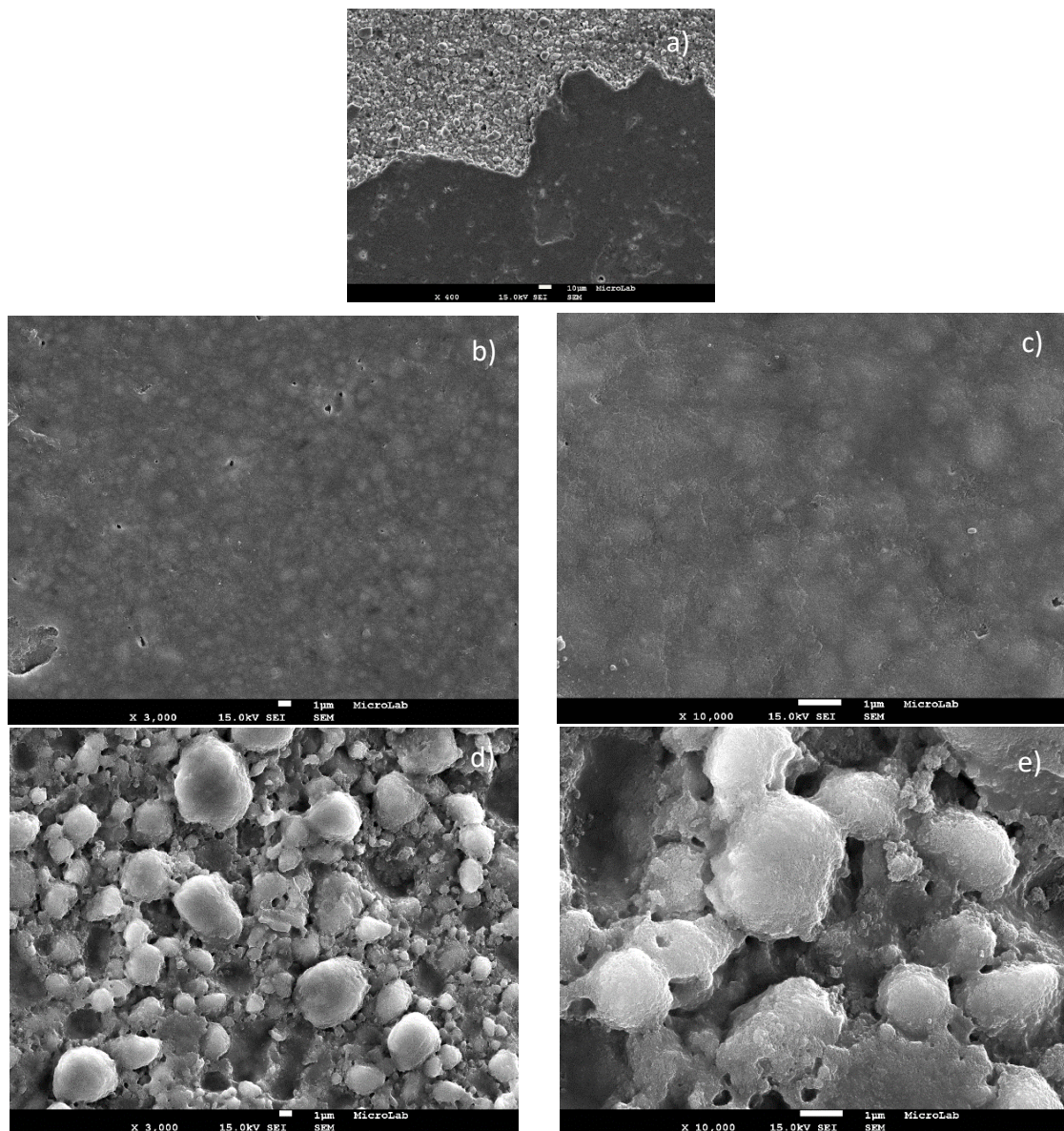


Figura 32: a) Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento, referentes à resina composta Filtek Supreme XTE após 21 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 8horas/dia; b) Observação de superfície polida com ampliação 3000x; c) Observação de superfície polida com ampliação 10000x; d) Observação de superfície não polida com ampliação 3000x; e) Observação de superfície não polida com ampliação 10000x.

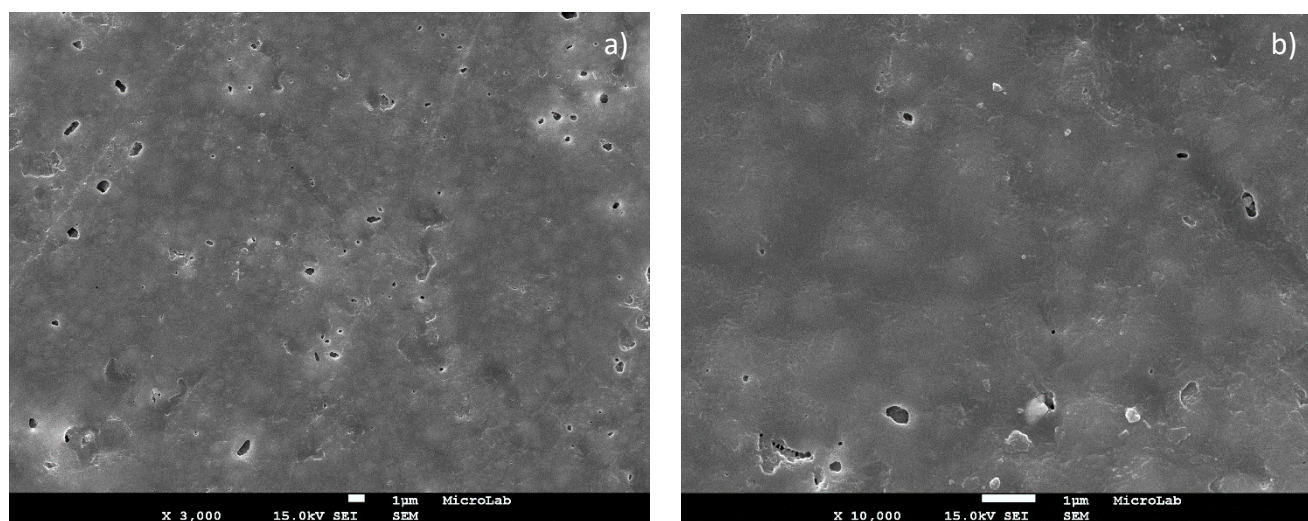


Figura 34: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Supreme XTE após 14 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 30minutos/2xdia.

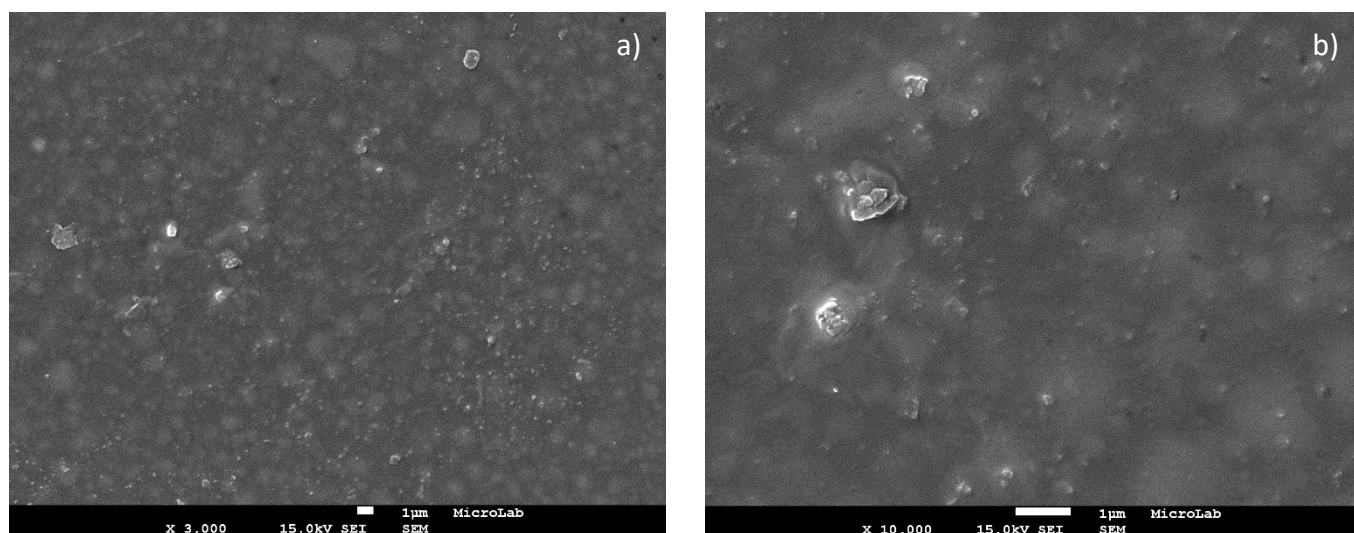


Figura 35: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Filtek Supreme XTE após 21 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 30minutos/2xdia.

1.3 Branqueamento da Resina Composta Enamel Hri Plus

As micrografias que se seguem referem-se à resina composta Filtek Z250 sem qualquer tratamento, após exposição a peróxido de Carbamida 10%, após exposição a peróxido de hidrogénio 6% durante 8 horas por dia e após exposição a peróxido de hidrogénio 6% durante 30 minutos, 2 vezes por dia, respetivamente. Podemos visualizar que ocorreram alterações ao nível da rugosidade de superfície da resina após qualquer tratamento.

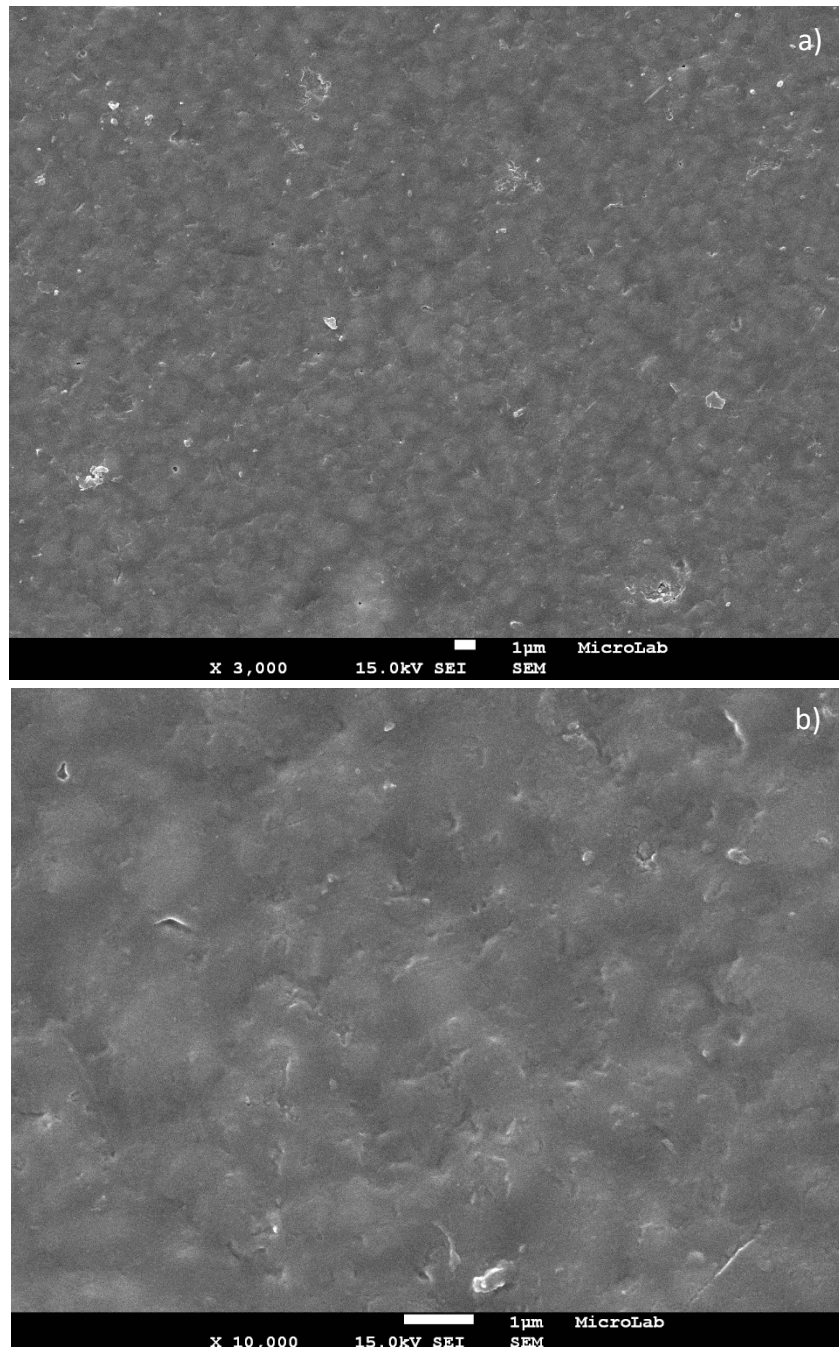


Figura 36: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Enamel Hri Plus antes da exposição a branqueamento.

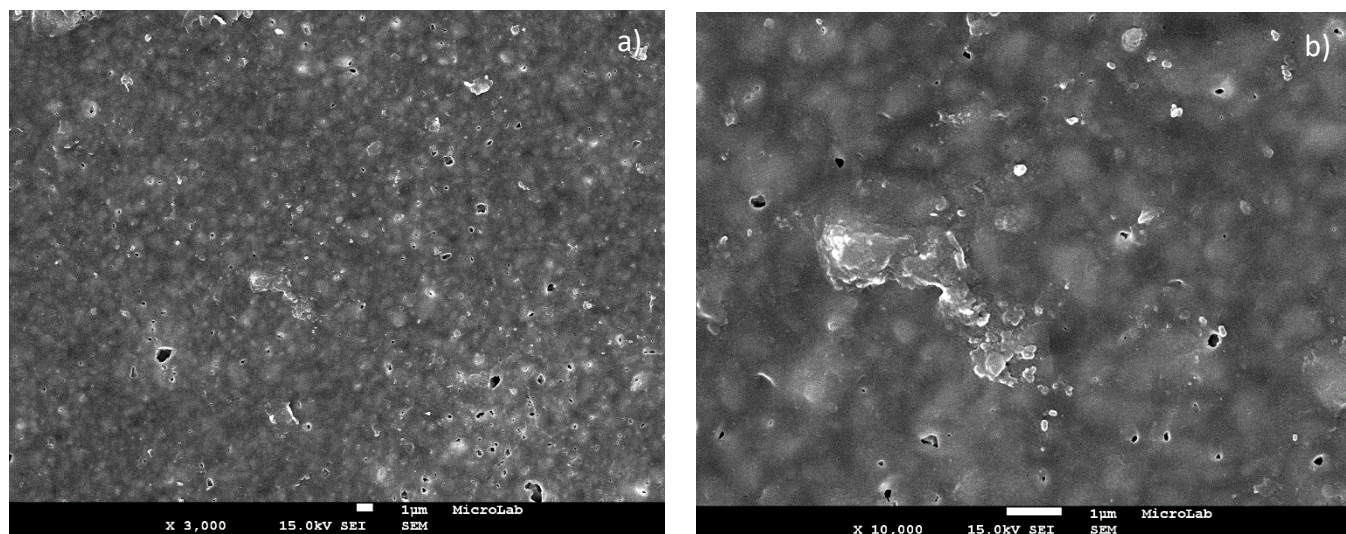


Figura 37: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Enamel Hri Plus após 14 dias de tratamento com peróxido de carbamida 10%, 8horas/dia.

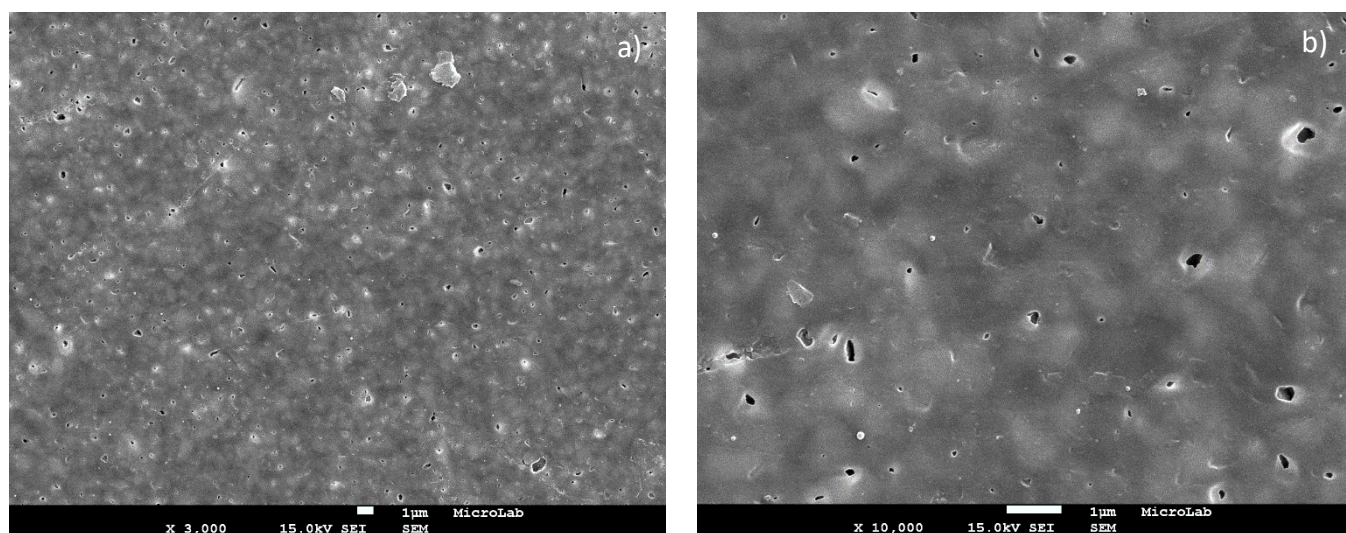


Figura 38: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Enamel Hri Plus após 21 dias de tratamento com peróxido de carbamida 10%, 8horas/dia.

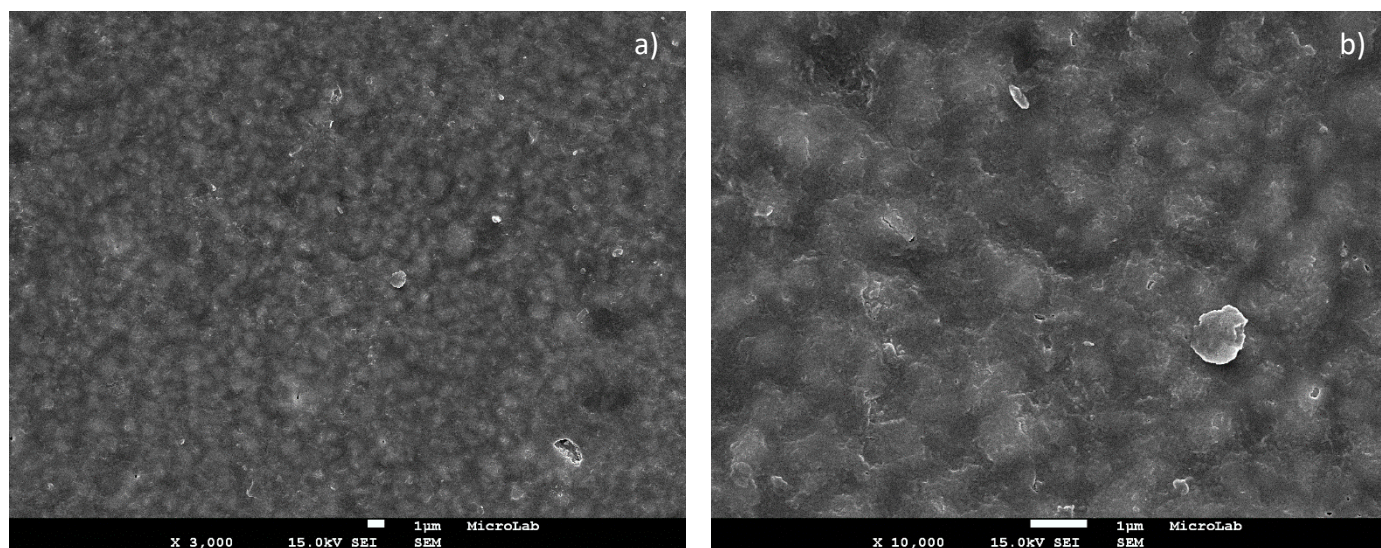


Figura 39: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Enamel Hri Plus após 14 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 8horas/dia.

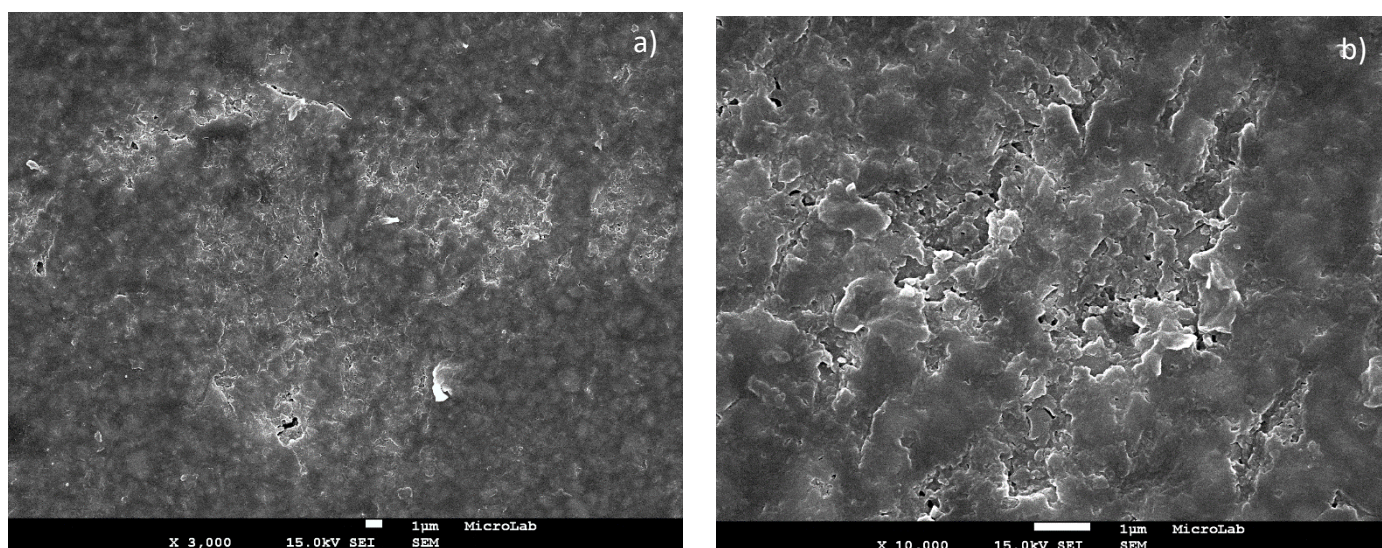


Figura 40: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento com uma ampliação de 3000x (a) e 10000x (b), referentes à resina composta Enamel Hri Plus após 21 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 8horas/dia.

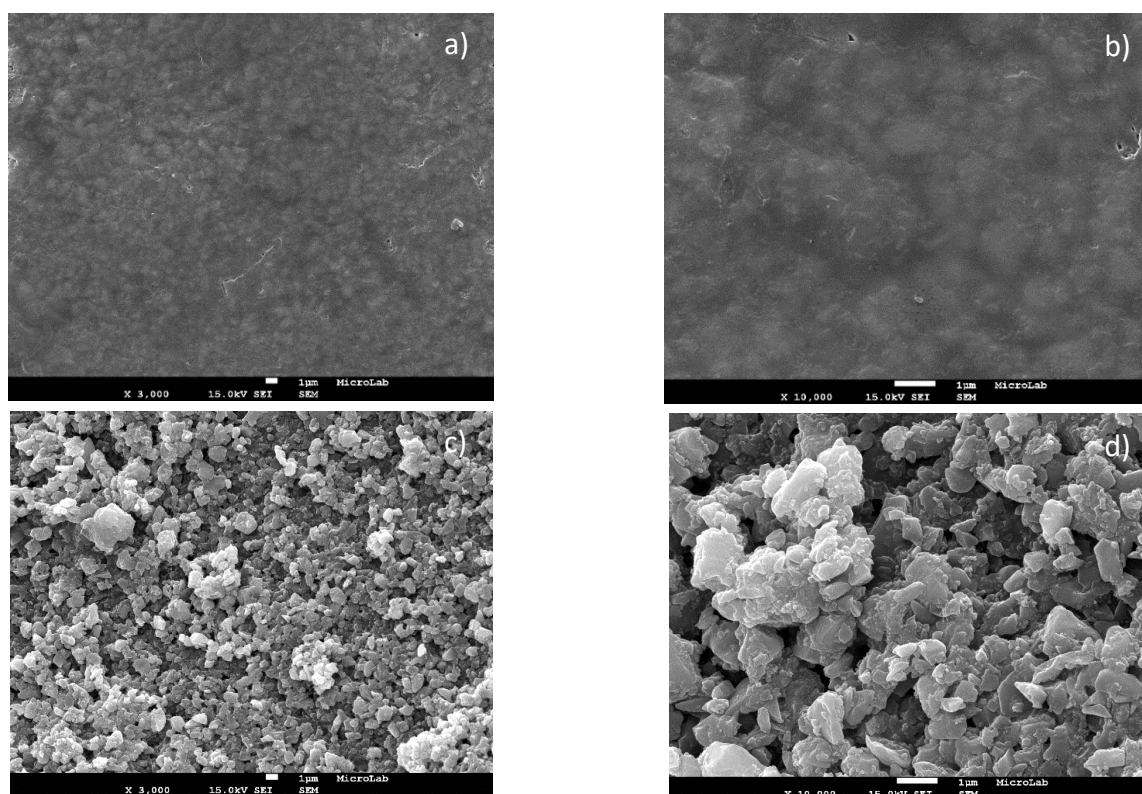


Figura 42: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento, referentes à resina composta Enamel Hri Plus após 14 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 30 minutos/2x/dia; a) Observação de superfície polida com ampliação 3000x; b) Observação de superfície polida com ampliação 10000x; c) Observação de superfície não polida com ampliação 3000x; d) Observação de superfície não polida com ampliação 10000x.

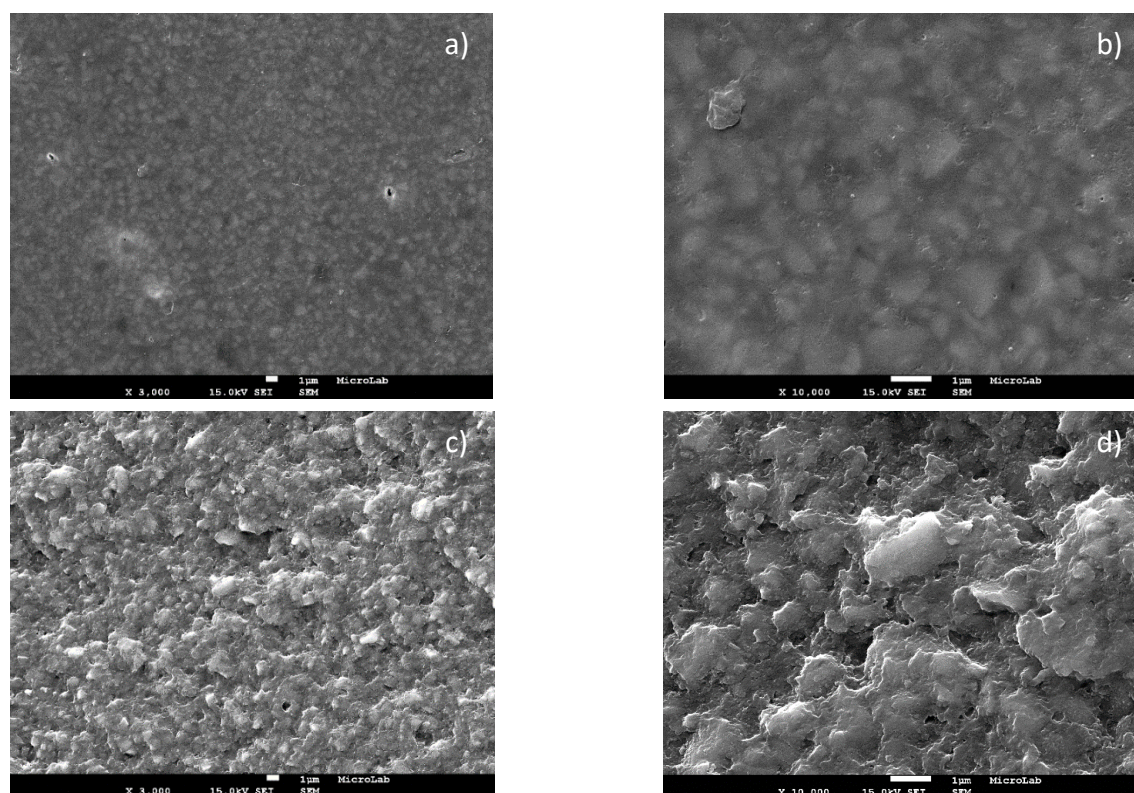


Figura 41: Micrografias recolhidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento, referentes à resina composta Enamel Hri Plus após 21 dias de tratamento com peróxido de hidrogénio 6%, 30 minutos/2x/dia; a) Observação de superfície polida com ampliação 3000x; b) Observação de superfície polida com ampliação 10000x; c) Observação de superfície não polida com ampliação 3000x; d) Observação de superfície não polida com ampliação 10000x.

2. Resultados do Espectrofotômetro Spetro-Shade Micro

A análise dos dados colorimétricos foi desenvolvida partindo do pressuposto de que a resposta colorimétrica é uma combinação linear dos parâmetros L^* , a^* e b^* medidos nas mesmas amostras.

Tabela 4: Resultados obtidos da análise das amostras através do Spectroshade. Os dados apresentados referem-se ao parâmetro ΔE referente ao sistema CIE $L^*a^*b^*$, que interpreta a variação do valor da cor da amostra entre o 1º e o 14º dia de exposição ao branqueamento.

Delta E (1)	Filtek Z250	Filtek Supreme XTE	Enamel Hri plus
Controlo	2,571 ± 0,453	2,859 ± 0,353	2,359 ± 0,574
Peróxido Hidrogénio 6% (8h)	1,419 ± 0,696	1,821 ± 0,675	2,160 ± 0,795
Peróxido Hidrogénio 6% (30min 2xDia)	1,935 ± 0,492	2,339 ± 0,764	2,105 ± 0,502
Peróxido Carbamida 10%	1,925 ± 0,588	1,435 ± 0,849	2,128 ± 0,898

A Tabela 4 demonstra-nos que a alteração de cor das resinas compostas após 14 dias de exposição a géis de branqueamento foi entre $1,419 \leq \Delta E \leq 2,859$. Podemos observar também, que durante os primeiros 14 dias a resina composta que sofreu uma maior alteração foi o Enamel Hri plus, pois sofreu uma alteração de cor sempre acima de $\Delta E=2,105$.

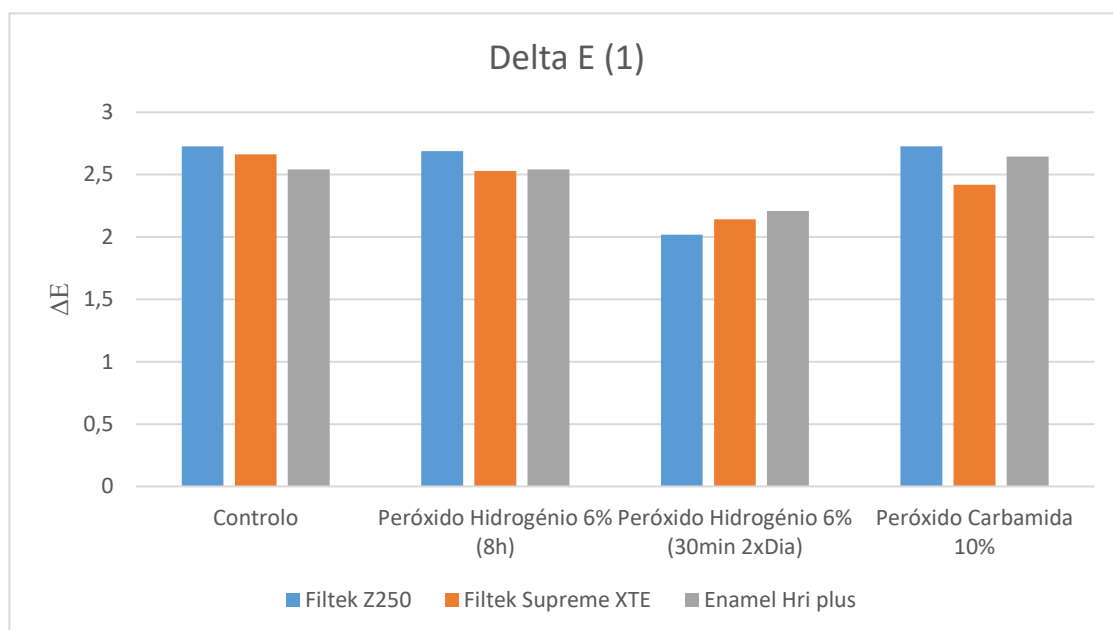


Gráfico 1: Resultados obtidos da análise das amostras através do Spectroshade. Os dados apresentados referem-se ao parâmetro $\Delta E1$ referente ao sistema CIE $L^*a^*b^*$, que interpreta a variação do valor da cor da amostra entre o 1º e o 14º dia de exposição ao branqueamento.

Ao observar o Gráfico 1, que demonstra a alteração de cor das resinas compostas após 14 dias de exposição a géis de branqueamento, podemos visualizar que o peróxido de hidrogénio 6% utilizado 30 minutos 2 vezes por dia, foi o agente menos eficaz a alterar a cor das resinas.

Tabela 5: Resultados obtidos da análise das amostras através do Spectroshade. Os dados apresentados referem-se ao parâmetro $\Delta E2$ referente ao sistema CIE $L^*a^*b^*$, que interpreta a variação do valor da cor da amostra entre o 1º e o 21º dia de exposição ao branqueamento.

Delta E (2)	Filtek Z250	Filtek Supreme XTE	Enamel Hri plus
Controlo	2,727 ± 1,862	2,663 ± 0,375	2,543 ± 0,197
Peróxido Hidrogénio 6% (8h)	2,688 ± 0,549	2,529 ± 0,958	2,541 ± 0,156
Peróxido Hidrogénio 6% (30min 2xDia)	2,018 ± 0,613	2,143 ± 0,545	2,208 ± 0,659
Peróxido Carbamida 10%	2,728 ± 0,246	2,419 ± 0,428	2,645 ± 0,219

A Tabela 5 demonstra-nos que a alteração de cor das resinas compostas após 21 dias de exposição a géis de branqueamento foi entre $2,018 \leq \Delta E \leq 2,728$. Assim, podemos ver que houve alteração de cor em todas as resinas compostas, mas nunca maior que $\Delta E=3,3$.

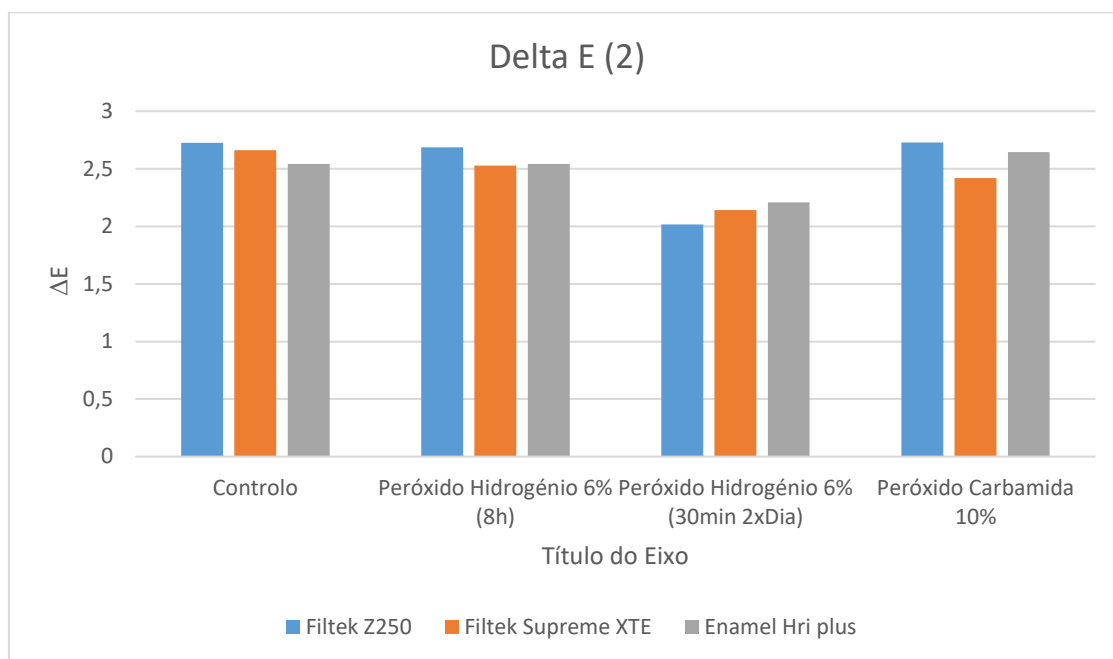


Gráfico 2: Resultados obtidos da análise das amostras através do Spectroshade. Os dados apresentados referem-se ao parâmetro ΔE referente ao sistema CIE L*a*b*, que interpreta a variação do valor da cor da amostra entre o 1º e o 14º dia de exposição ao branqueamento.

Ao observar o Gráfico 2, que demonstra a alteração de cor das resinas compostas após 21 dias de exposição a géis de branqueamento, podemos visualizar que o peróxido de hidrogénio 6% utilizado 30 minutos, 2 vezes por dia, foi, mais uma vez, o agente menos eficaz a alterar a cor das resinas compostas.

V. Discussão

1. Microscópio Eletrónico de Varrimento

O microscópio eletrónico de varrimento (SEM) é um dos instrumentos mais versáteis disponíveis para o exame e a análise da morfologia, microestrutura e caracterização da composição química dos materiais. Como tal, vários investigadores, ao longo dos anos, utilizaram as suas capacidades para detetar estas variações nos materiais como executado neste trabalho (Basting & Campos, 2005; Bueno, Viaro, Nascimento, & Terezinha, 2012; Pitacas et al., 2015; Taib, Ghani, & Mohamad, 2013).

Através da análise das micrografias das superfícies das amostras de resina composta, é notória a presença de maior rugosidade de superfície após o tratamento com ambos os agentes utilizados.

Comparando os materiais restauradores entre si, as resinas compostas Filtek Supreme XTE e Enamel Hri Plus foram as que apresentaram maior irregularidade de superfície, sendo evidente a dissolução da matriz orgânica, a exposição das partículas de carga inorgânica e a formação de poros em ambos os tratamentos, mas mais evidente nas zonas onde a resina composta não se encontra bem polida. A resina composta Filtek Z250 foi a que demonstrou menor alteração de superfície aquando do contacto com os agentes sendo a exposição das partículas menor.

Em relação aos agentes de branqueamento e aos seus tempos de atuação, todos eles demonstraram capacidade de alterar a rugosidade de superfície das resinas compostas. Contudo, após uma análise qualitativa, podemos verificar uma ligeira diferença nas micrografias do agente Peróxido de Hidrogénio 8% (8horas), que demonstrou uma menor capacidade para alterar a rugosidade de superfície numa superfície bem polida.

Estes resultados vêm contrariar ideias descritas em alguns estudos (Bahannan, 2015), mas vêm ao encontro de outros estudos que afirmam que muitos produtos de branqueamento disponíveis no mercado alteram negativamente a superfície de materiais restauradores modernos (Basting & Campos, 2005; Bueno et al., 2012; Pitacas et al., 2015; Taib et al., 2013).

Bahannan *et al*, concluiu no seu estudo que o impacto dos agentes branqueadores na rugosidade de superfície das resinas compostas é dependente da concentração do produto. Assim, o peróxido de carbamida 10% demonstrou não alterar a rugosidade de superfície da resina composta nanoparticulada Filtek Supreme utilizada neste estudo. Contudo, o peróxido de carbamida 20% e 35% demonstraram capacidade para alterar esta característica.

Esta disparidade de opiniões deve-se à diversidade de produtos de branqueamento, de materiais restauradores disponíveis e de métodos de avaliação diferentes, levando a conclusões diferentes consoante os produtos utilizados.

Dada a escassez de investigações com a metodologia aplicada neste estudo, e como complemento de discussão aos resultados do mesmo, a tabela que se segue, apresenta uma súmula dos estudos que avaliam qualitativamente a alteração da rugosidade de superfície das resinas compostas após exposição a agentes branqueadores.

Tabela 6: Estudos *in vitro* sobre análise microscópica (SEM) de várias resinas compostas após branqueamento

Autores	Resinas compostas	Agentes de Branqueamento	Método de Análise	Duração	Conclusões
Pitacas et al (2015)	Filtek Supreme Ultra™ (nanoparticulado) Tetric EvoCeram™ (nanohíbrido)	Peróxido de Carbamida 10% Peróxido de Carbamida 22%	SEM	6h, 14 dias	Alterações em ambos, mas mais pronunciadas no compósito nanohíbrido, independentemente das concentrações
Taib et al (2013)	Filtek Z250™ (microhíbrido) Point 4™ (microhíbrido)	Peróxido de Carbamida 10% Peróxido de Carbamida 17%	SEM	2h, 14 dias	Alterações em ambos, mas insuficiente para a acumulação de placa.
Bueno et al (2012)	Filtek Z250™ (microhíbrido)	Peróxido de Carbamida 10%	SEM	8h, 14 dias	Alterações na rugosidade de superfície.
Basting et al (2005)	Fill Magic Condensable™ Alert™ Definite™	Peróxido de Carbamida 10%	SEM	6h, 21 dias	Alterações na rugosidade de superfície em ambos.

Bahannan et al (2015)	Filtek Supreme™ (nanoparticulado) Fuji II LC™ (cimento ionomero de vidro modificado por resina) Duceram™ (Cerâmica feldspática)	Peróxido de Carbamida 10% Peróxido de Carbamida 20% Peróxido de Carbamida 35%	Surface Roughness Analyser	6h, 21 dias	A alteração da rugosidade de superfície pode ser considerada concentração-dependente. Não houve alterações com Peróxido de Carbamida 10%.
------------------------------	---	---	----------------------------	-------------	---

Como verificado nesta investigação e em concordância com outros autores, devido à sua matriz orgânica, as resinas compostas são mais suscetíveis a alterações químicas do que as restaurações a amálgama ou a cerâmica. Os agentes de branqueamento demonstraram afetar maioritariamente a matriz orgânica das resinas compostas, enquanto que as partículas de carga inorgânica permaneceram praticamente inalteradas (Kim, YK, Lim, Rhee, & Yang, 2004).

Assim, tal como para Pitacas *et al*, os radicais livres produzidos pelo peróxido afetaram negativamente a interface matriz orgânica-partículas de carga inorgânica, causando fraturas na conexão entre estes componentes e contribuindo para o aumento da rugosidade e para a propagação de fraturas.

Segundo outros autores, o efeito de dissolução da matriz orgânica pelo agente branqueador depende da penetração do gel nos materiais restauradores. Se o material for fortemente reticulado por polímeros de elevado peso molecular, o agente branqueador poderá precisar de mais tempo para se difundir no material (Li, Yu, & Wang, 2009).

Assim, o efeito do branqueamento é dependente da concentração do mesmo, do tempo de exposição e da constituição da resina composta, mais precisamente, o tamanho e o volume das partículas de carga inorgânica (Li et al., 2009; Pitacas et al., 2015).

Hoje em dia, é sabido que a rugosidade de superfície de uma restauração é muito importante não só para a estética, mas também para a acumulação de placa e para o consequente desenvolvimento de cáries e gengivite (Canay & Cehreli, 2003; Pitacas et al., 2015). Em estudos anteriores, foi provado que uma alteração na rugosidade de superfície após branqueamento é capaz de aderir uma grande quantidade de microorganismos cariogénicos. Por esta razão, o polimento das restaurações após o branqueamento é aconselhável (Mohammadi et al., 2012).

Em relação à translucidez dos materiais restauradores, é sabido que a rugosidade de superfície é um importante fator que afeta esta característica. A translucidez diminui à medida que a rugosidade aumenta (Villarroel, Fahl, Sousa, & Oliveira, 2011). Da mesma forma, foi provado que os poros que se formam por dissolução da matriz orgânica são ocupados por ar e saliva. Estes, aumentam a refletância na superfície o que pode conduzir ao aumento do valor L^* (Li et al., 2009).

2. Spectroshade Micro Optic

A medição da cor é, hoje em dia, muito utilizada a nível clínico e a nível da investigação no ramo da medicina dentária. Embora a especificação da cor a nível do olho humano envolva unicamente 3 dimensões ou a comparação entre duas cores, um ponto de vista mais técnico envolve o espectro visível para a determinação e comparação da mesma (Johnston, 2009). O Espectrofotómetro é um aparelho muito eficaz na medição da cor e tem vindo a ser utilizado por vários investigadores ao longo dos anos, sempre com o objetivo de determinar a cor de diferentes materiais de forma fiel e reprodutível (Anagnostou, Chelioti, Chioti, & Kakaboura, 2010; Canay & Cehreli, 2003; Celik, Yuzugullu, & Erkut, 2009; Kim et al., 2004; Kurtulmus-yilmaz et al., 2013; Li et al., 2009; Mohammadi et al., 2012; Qahtani & Binsufayyan, 2011). Por esta razão, neste trabalho foi utilizado não só o Spectroshade Micro Optic, mas também o sistema de cores CIE $L^*a^*b^*$ para a determinação da variação de cor dos diferentes materiais utilizados.

Através do Spectroshade Micro Optic, foi possível a medição da cor exata das amostras, antes do tratamento, aos 14 dias e aos 21 dias de tratamento. A recolha dos resultados foi feita pelo sistema de cores CIE $L^*a^*b^*$, obtendo-se um valor para cada um dos parâmetros “ L^* ”, “ a^* ” e “ b^* ”, para cada espécime. Através da equação acima descrita foi calculado o $\Delta E1$, que corresponde ao intervalo entre o 1º e o 14º dia, e o $\Delta E2$ que corresponde ao intervalo entre o 1º e o 21º dia.

A alteração da cor é perceptível quando $\Delta E > 1,0$ (Stefano Ardu et al., 2010; Johnston, 2009). O valor $\Delta E = 3,3$ foi considerado o limite de aceitabilidade para a alteração de cor. Acima deste valor, a alteração da cor torna-se inaceitável e a restauração em si tem indicação para ser substituída por motivos estéticos (Stefano Ardu et al., 2010; Kurtulmus-yilmaz et al., 2013; Mazur-koczorowska et al., 2008; Mohammadi et al., 2012).

Após a análise estatística minuciosa desses valores e em concordância com várias investigações, foram identificadas alterações da cor em todas as resinas compostas utilizadas no estudo ($\Delta E > 1,0$). Contudo, os valores apresentados foram considerados dentro da aceitabilidade ($\Delta E < 3,3$), não comprometendo a restauração a nível estético.

Comparando as resinas compostas entre si, o Enamel Hri Plus sofreu uma alteração de cor mais pronunciada no intervalo $\Delta E1$. Contudo, no final da experiência, ao fim de 21 dias, todas as resinas compostas apresentaram um valor entre $2,018 \leq \Delta E2 \leq 2,728$, não sendo detetadas diferenças significativas entre os materiais, ou seja, não houve nenhum que tenha sofrido uma maior alteração de cor.

Em relação aos agentes de branqueamento utilizados e comparando-os igualmente entre si, não houve nenhuma diferença significativa entre eles na capacidade de alterar a cor das resinas compostas estudadas. Contudo, apesar de não ser uma variação significativa, o peróxido de hidrogénio 6%, utilizado durante 30 minutos, duas vezes por dia, foi o gel com menor capacidade para alterar a cor das mesmas.

Estes resultados vêm contrariar ideias descritas em alguns estudos (Kurtulmus-yilmaz et al., 2013), mas vêm ao encontro de outros estudos que afirmam que muitos produtos de branqueamento disponíveis no mercado alteram a cor de materiais restauradores modernos (Anagnostou et al., 2010; Canay & Cehreli, 2003; Kim et al., 2004; Li et al., 2009; Mohammadi et al., 2012; Qahtani & Binsufayyan, 2011). Esta disparidade de opiniões deve-se à diversidade de produtos de branqueamento e de materiais restauradores disponíveis, levando a conclusões diferentes consoante os produtos utilizados.

As investigações com a metodologia aplicada neste estudo são escassas, e como complemento de discussão aos resultados do mesmo, a tabela que se segue, apresenta uma súmula dos estudos que avaliam quantitativamente a alteração de cor das resinas compostas após exposição a agentes branqueadores.

Tabela 7: Análise de estudos in vitro sobre análise estatística (CIE L*a*b* /ΔE) de várias resinas compostas após branqueamento.

Autores	Resinas compostas	Agentes de Branqueamento	Método de Análise	Duração	Conclusões
Li et al (2015)	Filtek Z350™ (nanoparticulado) Filtek P60™ Dyract™	Peróxido de Carbamida 15%	CIE L*a*b* (ΔE)	6 semanas	Alterações em ambos, mas consideradas aceitáveis. (ΔE<3,3)
Mohammedi et al (2013)	Heliomolar™ (microparticulado) Beutifil II™	Peróxido de Carbamida 15%	CIE L*a*b* (ΔE)	8h, 14 dias	Alterações em ambos, mas consideradas aceitáveis. (ΔE<3,3)
Al Qahtani et al (2012)	Filtek Z250™ (microhíbrida) Filtek Z350™ (nanoparticulada) Filtek P90™ Valux Plus™ (híbrido)	Peróxido de Carbamida 10%	CIE L*a*b* (ΔE)	8h, 14 dias	Alteração de cor aceitável em todas as resinas compostas (ΔE<3,3)
Anagnostou et al (2010)	Herculite XRV™ (híbrido) Premise™ (nanohíbrido)	Peróxido de Carbamida 10% Peróxido de Hidrogénio 6,5% Peróxido de Hidrogénio 14%	CIE L*a*b* (ΔE)	8h, 14 dias	Alteração de cor em todas as resinas compostas, mas aceitável (ΔE<3,3). A resina nanohíbrida teve uma alteração maior.
Kim et al (2004)	Filtek Supreme™ (nanoparticulado) Point 4™ (microhíbrido) SpectrumTPH™ (híbrido)	Perborato de Sódio 19% Peróxido de Carbamida 18% Peróxido de Hidrogénio 6,5% (Strips) Peróxido de Hidrogénio 3% (Strips)	CIE L*a*b* (ΔE)	8h, 14 dias	Alteração de cor em todas as resinas compostas, mas considerada aceitável (ΔE<3,3).
Canay et al (2010)	Valux™ (híbrido) Spectrum TPH™ (híbrido)	Peróxido de Carbamida 10% Peróxido de Hidrogénio 10%	CIE L*a*b* (ΔE)	8h, 14 dias	Alteração de cor em todas as resinas compostas, mas aceitável (ΔE<3,3). O peróxido de hidrogénio provocou maior alteração de cor.

Kurtulmus-Yilmaz et al (2012)	Reflexions XLS™ (nanohíbrida) Grandio™ (nanohíbrida) Gradia Direct™ (microhíbrido) Clearfil™ (nanohíbrido)	Peróxido de Carbamida 10% Peróxido de Hidrogénio 10%	CIE L*a*b* (ΔE)	8h, 14 dias	Alteração de cor inaceitável em todas as resinas compostas ($\Delta E > 3,3$)
--------------------------------------	---	---	---------------------------------	----------------	---

Como podemos verificar na Tabela 7, a concentração de peróxido de carbamida utilizada neste trabalho (10%) foi a mesma que a utilizada noutras investigações levadas por outros autores (Anagnostou et al., 2010; Canay & Cehreli, 2003; Kurtulmus-yilmaz et al., 2013; Qahtani & Binsufayyan, 2011). Contudo, a utilização de peróxido de hidrogénio 6% não foi notória noutras investigações. A decisão de utilizar este produto em gel com esta percentagem, deve-se ao facto de, na Europa, esta ser a concentração máxima permitida por lei para uso em ambulatório (Legislação Farmacêutica Compilada, Despacho n.º 1136/2014, de 13 de janeiro 2014).

Por outro lado, o peróxido de hidrogénio 6%, neste trabalho, foi utilizado com diferentes tempos de aplicação. A aplicação do gel durante oito horas diárias foi executada segundo as instruções do fabricante do produto e segundo investigações de outros autores que dizem que 86% da concentração do peróxido de hidrogénio se mantem após 45 minutos de utilização (Marso et al., 2014). A aplicação durante trinta minutos, duas vezes por dia, foi baseada no facto de alguns fabricantes recomendarem este período de utilização, provando que é igualmente eficaz e mais confortável. Contudo existem também estudos que demonstram que, ao fim de aproximadamente 30 minutos, o peróxido de hidrogénio é decomposto e a sua ação significativamente diminuída.

Kurtulmus *et al.*, contrariamente aos resultados desta investigação, obteve alterações de cor inaceitáveis, com valores acima dos $\Delta E=3,3$. Este facto poderá dever-se à diferença de espessura das amostras de resina composta, que, contrariamente a este trabalho, eram de 1 mm e não de 2 mm. Foi reportado na literatura que a alteração de cor é mais notável à medida que a espessura das amostras diminui (Canay & Cehreli, 2003; Li et al., 2009; Mohammadi et al., 2012).

Na literatura, é sugerido que a alteração da cor das resinas compostas após exposição a agentes branqueadores é dependente da constituição da matriz orgânica e do volume e

tipo de partículas de carga inorgânica existentes nas resinas compostas (Canay & Cehreli, 2003; Kim et al., 2004; Kurtulmus-yilmaz et al., 2013).

Uma resina composta com maior volume em matriz orgânica é mais suscetível à degradação que ocorre após a exposição a géis branqueadores (Kim et al., 2004). Contudo, neste estudo não houve diferenças significativas na cor (ΔE) entre as resinas microhíbridas (Filtek Z250 e Enamel Hri Plus) e a resina nanoparticulada testada (Filtek Supreme XTE).

Relevância clínica: Frequentemente, os médicos dentistas necessitam de trocar as restaurações de resina composta nos dentes anteriores após a realização do branqueamento dentário, uma vez que estas não são igualmente branqueadas quando expostas aos agentes de branqueamento. No presente estudo, testámos não só a alteração de cor das resinas compostas, como também a alteração da sua superfície quando submetidas a diferentes géis de branqueamento e diferentes tempos de aplicação dos mesmos. Assim, concluímos que a alteração de cor das resinas compostas é notória mas aceitável. Contudo, a rugosidade de superfície em zonas não polidas tem grande alteração, havendo a necessidade de proceder a um polimento das restaurações antes e depois do tratamento com géis de branqueamento. Embora os testes laboratoriais não possam reproduzir as condições intraorais, este estudo dá suporte a uma melhor compreensão sobre a interação de agentes branqueadores com as resinas compostas. No entanto, novos estudos são necessários para esclarecer e compreender este fenómeno.

VI. Conclusões

A estabilidade de cor e a rugosidade de superfície de três resinas compostas foi avaliada após 14 e 21 dias de imersão em dois géis de branqueamento. Tendo em consideração as limitações deste estudo, chegou-se às seguintes conclusões:

- Este estudo permite-nos afirmar que existem alterações na rugosidade de superfície das resinas compostas testadas após branqueamento com peróxido de carbamida 10% durante 8 horas, peróxido de hidrogénio 6% durante 8 horas e peróxido de hidrogénio 6% durante 2x 30 min por dia.
- Estas alterações são detetadas através de micrografias obtidas do Microscópio Eletrónico de Varrimento e são evidentes, preferencialmente, nas resinas Filtek Supreme XTE e Enamel Hri Plus, embora também observadas na Filtek Z250.
- Esta irregularidade superficial, por exposição das partículas de carga inorgânica das resinas compostas, resulta na formação de poros que serão ocupados por água e ar e que irão alterar a cor das restaurações, identificada com o auxílio do Spectroshade Micro Optic e noutras alterações que comprometem a viabilidade das restaurações, tais como, a adesão de placa.
- É aconselhável o polimento das restaurações a resina composta antes e após a exposição a géis de branqueamento.
- Todas as resinas compostas estudadas sofreram alteração de cor após 14 e 21 dias de imersão nos géis de branqueamento, embora essa alteração não seja considerada significativa.

Por fim, após a análise pormenorizada dos resultados obtidos sobre a existência ou não de alterações nas resinas compostas, aquando da sua submersão em géis de branqueamento de diferentes concentrações e tempos de exposição, podemos concluir que as hipóteses determinadas para este estudo podem ser rejeitadas, na medida em que existem alterações na morfologia e cor das resinas compostas após o contacto com os diferentes agentes de branqueamento e os seus tempos de exposição respetivos.

VII. Referências Bibliográficas

- Alqahtani, M. Q. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects : A literature review. *The Saudi Dental Journal*, (March). <http://doi.org/10.1016/j.sdentj.2014.02.002>
- Anagnostou, M., Chelioti, G., Chioti, S., & Kakaboura, A. (2010). Effect of tooth-bleaching methods on gloss and color of resin composites. *Journal of Dentistry*, 38, e129–e136. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.06.006>
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2013). *Philips' Science of Dental Materials* (12^a ed.). Elsevier.
- Ardu, S., Braut, V., Gutemberg, D., Krejci, I., & Dietschi, D. (2010). A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence International*, 41(8).
- Ardu, S., & Duc, O. (2016). Color stability of recent composite resins. *Odontology*. <http://doi.org/10.1007/s10266-016-0234-9>
- Arimoto, A., Nakajima, M., Hosaka, K., Nishimura, K., Ikeda, M., Foxton, R. M., & Tagami, J. (2010). Translucency , opalescence and light transmission characteristics of light-cured resin composites. *Dental Materials*, 26(11), 1090–1097. <http://doi.org/10.1016/j.dental.2010.07.009>
- Bahannan, S. A. (2015). Effects of different bleaching agent concentrations on surface roughness and microhardness of esthetic restorative materials. *The Saudi Journal for Dental Research*, 6(2), 124–128. <http://doi.org/10.1016/j.sjdr.2015.01.002>
- Basting, R. T., & Campos, I. T. D. E. (2005). Effects of a 10% Carbamide Peroxide Bleaching Agent on Roughness and Microhardness of Packable Composite Resins. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry*, 17, 256–262.
- Bayne, S. C., & Ph, D. (2005). Dental Biomaterials : Where Are We and Where Are We Going ? *Journal of Dental Education*, (May), 571–585.
- Berger, S. B., Pavan, S., Dos Santos, P. H., Giannini, M., & Bedran-russo, A. K. B. (2012). Effect of Bleaching on Sound Enamel and with Early Artificial Caries Lesions Using Confocal Laser Microscopy. *Braz Dent J*, 23(2), 110–115.

- Bueno, R. P., Viaro, P. S., Nascimento, P. C., & Terezinha, R. (2012). Ion release from a composite resin after exposure to different 10 % carbamide peroxide bleaching agents. *Journal of Applied Oral Science*, 20(3), 335–339.
- Canay, S., & Cehreli, M. (2003). The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composites in vitro. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 89(5).
- Carballero, A. B., Navarro, L. F., & Lorenzo, J. A. (2006). At-home vital bleaching : a comparison of hydrogen peroxide and carbamide peroxide treatments. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*, (February).
- Celik, C., Yuzugullu, B., & Erkut, S. (2009). Effect of Bleaching on Staining Susceptibility of Resin Composite Restorative Materials. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry*, 21(6), 407–414. <http://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2009.00299.x>
- Dahl, J. E., & Pallesen, U. (2003). Tooth Bleaching - A Critical Review of The Biological Aspects. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14(4), 292–304. <http://doi.org/10.1177/154411130301400406>
- Dietschi, D., Campanile, G., & Holz, J. (1994). Comparison of the color stability of ten new-generation composites : An in vitro study. *Dental Materials*, 10(November), 353–362.
- Ferracane, J. L. (1995). Current Trends in Dental Composites. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 6(4), 302–318. <http://doi.org/10.1177/10454411950060040301>
- Ferracane, J. L. (2011). Resin composite — State of the art. *Dental Materials*, 7, 29–38. <http://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020>
- Griffiths, C. E., Bailey, J. R., Jarad, F. D., & Youngson, C. C. (2008). An investigation into most effective method of treating stained teeth : An in vitro study. *Journal of Dentistry*, 36, 54–62. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2007.10.009>
- Johnston, W. M. (2009). Color measurement in dentistry. *Journal of Dentistry*, 2–6. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.03.011>
- Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth : A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 34, 412–419. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2006.02.002>

- Joiner, A., & Thakker, G. (2004). In vitro evaluation of a novel 6 % hydrogen peroxide tooth whitening product. *Journal of Dentistry*, 32, 19–25. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.10.007>
- Karabela, M. M., & Sideridou, I. D. (2011). Synthesis and study of properties of dental resin composites with different nanosilica particles size. *Dental Materials*, 27(8), 825–835. <http://doi.org/10.1016/j.dental.2011.04.008>
- Karaman, E. (2014). Does the light source affect the repairability of composite resins ? *Oral Research Restorative Dentistry*, 28(1), 1–6. <http://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2014.vol28.0027>
- Kim, J., YK, L., Lim, B., Rhee, S., & Yang, H. (2004). Effect of tooth-whitening strips and films on changes in color and surface roughness of resin composites. *Clinical Oral Investigations*, 8, 118–122. <http://doi.org/10.1007/s00784-004-0275-2>
- Kurtulmus-yilmaz, S., Cengiz, E., Ulusoy, N., Tugba, S., & Yuksel, E. (2013). The effect of home-bleaching application on the color and translucency of five resin composites. *Journal of Dentistry*, 41, e70–e75. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.12.007>
- Lee, Y. (2015). Translucency of human teeth and dental restorative materials and its clinical relevance materials and its clinical relevance. *Journal of Biomedic Optics*, 20(4). <http://doi.org/10.1117/1.JBO.20.4.045002>
- Legislação Farmacêutica Compilada. (2014). Despacho n.º 1136/2014, de 13 de janeiro. In *Cria e determina a composição da Comissão Nacional de Medicamentos e Produtos de Saúde do âmbito da Medicina Dentária (CNMPSMD)*.
- Leonard, R. H., Haywood, V. B., Caplan, D. J., & Tart, N. D. (2003). Nightguard Vital Bleaching of Tetracycline- Stained Teeth: 90 Months Post Treatment. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry*, 15, 142–153.
- Li, Q., Yu, H., & Wang, Y. (2009). Colour and surface analysis of carbamide peroxide bleaching effects on the dental restorative materials in situ. *Journal of Dentistry*, 37(5), 348–356. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.01.003>
- Lu, H., Lee, Y.-K., Villalta, P., & Powers, J. M. (2006). Influence of the amount of UV component in daylight simulator on the color of dental composite resins. *The Journal*

of Prosthetic Dentistry, 96(5).

- Marso, F., Gonçalves, R., Silva, C., Cintra, L., Pascotto, R., dos Santos, P., & Briso, A. L. F. (2014). Penetration of Hydrogen Peroxide and Degradation Rate of Different Bleaching Products. *Operative Dentistry*, 39(4). <http://doi.org/10.2341/13-270-L>
- Martin, N., Jedynakiewicz, N., & Fisher, A. (2003). Hygroscopic expansion and solubility of composite restoratives. *Dental Materials*, 77–86.
- Mazur-koczorowska, A., Sikorska, E., Krawczyk, A., Khmelinskii, I., Sikorski, M., Koczorowski, R., & Stopa, J. (2008). Luminescence of selected dental composites in vitro. *Dental Materials*, 4, 1329–1335. <http://doi.org/10.1016/j.dental.2008.02.014>
- Meireles, S. S., Fontes, S. T., Antônio, L., Coimbra, A., Bona, Á. Della, Demarco, F., ... Vkdgh, W. (2012). Effectiveness of different carbamide peroxide concentrations used for tooth bleaching : an in vitro study. *Journal of Applied Oral Science*, 20(2), 186–191.
- Melo Júnior, P. C. (2011). Selecionando correctamente as resinas compostas. *International Journal of Dentistry, Recife*, 91–96.
- Mikhail, S. S., Schricker, S. R., Azer, S. S., Brantley, W. A., & Johnston, W. M. (2013). Optical characteristics of contemporary dental composite resin materials §. *Journal of Dentistry*, 41(9), 771–778. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.07.001>
- Minoux, M., & Serfaty, R. (2008). Vital tooth bleaching: biologic adverse effects-a review. *Quintessence International*, 39(8), 645–659.
- Mohammadi, N., Kimyai, S., & Abed-kahnamoi, M. (2012). Effect of 15 % carbamide peroxide bleaching gel on color stability of giomer and microfilled composite resin : An in vitro comparison. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*, 17(6), 1082–1088. <http://doi.org/10.4317/medoral.17916>
- Moraschini, V., Fai, C., Alto, R., & Santos, G. (2015). Amalgama and resin composite longevity of posterior restorations:A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.06.005>
- Moszner, N., & Salz, U. (2001). New developments of polymeric dental composites. *Progress in Polymer Science*, 26, 535–576.

- Pallesen, U., Dijken, J. W. V. Van, & Halken, J. (2013). A prospective 8-year follow-up of posterior resin composite restorations in permanent teeth of children and adolescents in Public Dental Health Service : reasons for replacement. *Clinical Oral Investigations*. <http://doi.org/10.1007/s00784-013-1052-x>
- Pecho, O. E., Guinea, R., Alessandretti, R., Pérez, M. M., & Della, A. (2015). Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dental Materials*, 32(1), 82–92. <http://doi.org/10.1016/j.dental.2015.10.015>
- Pitacas, M. H., Cavaleiro, A., Coito, C., Silva, A., Eira, R., & Lopes, M. (2015). Effect of external tooth bleaching on the surface of resin composites – An in vitro study. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária E Cirurgia Maxilofacial*, 1–7. <http://doi.org/10.1016/j.rpemd.2015.08.002>
- Price, R. B., Ferracane, J. L., & Shortall, A. C. (2015). Light-Curing Units : A Review of What We Need to Know. *Journal of Dental Research*, 1–8. <http://doi.org/10.1177/0022034515594786>
- Puckett, A. D., Fitchie, J. G., Kirk, P. C., & Gamblin, J. (2007). Direct Composite Restorative Materials. *The Dental Clinics of North America*, 51, 659–675. <http://doi.org/10.1016/j.cden.2007.04.003>
- Qahtani, M. Q. Al, & Binsufayyan, S. S. (2011). Color change of direct resin-based composites after bleaching : An in vitro study. *King Saud University Journal of Dental Sciences*, 2(1-2), 23–27. <http://doi.org/10.1016/j.ksujds.2011.03.002>
- Santini, A. (2000). Photoinitiators in Dentistry: A Review. *Primary Dental Journal*, 30–33.
- Silva, T., Oliveira, H., Severino, D., & Balducci, I. (2014). Direct Spectrometry : A New Alternative for Measuring the Fluorescence of Composite Resins and Dental Tissues. *Operative Dentistry*, 39(4), 407–415. <http://doi.org/10.2341/12-464-L>
- Taib, F. M., Ghani, Z. A., & Mohamad, D. (2013). Effect of home bleaching agents on the hardness and surface roughness of resin composites. *The Journal of the School of Dental Sciences*, 8(1), 34–40.
- Villalta, P., Lu, H., & Okte, Z. (2006). Effects of staining and bleaching on color change

- of dental composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 95(2), 137–142.
- Villarroel, M., Fahl, N., Sousa, A. M. D. E., & Oliveira, O. B. D. E. (2011). Direct Esthetic Restorations Based on Translucency and Opacity of Composite Resins. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry*, 23(2), 73–87. <http://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2010.00392.x>
- Vinagre, A., Ramos, J. C., & Chambino, A. (2014). Diodos emissores de luz (LED) para fotopolimerização. Retrieved from <http://www.dentsply.es/Noticias/clinica2709.htm>
- Wang, R., Zhang, M., Liu, F., Bao, S., Wu, T., Jiang, X., ... Zhu, M. (2015). Investigation on the physical – mechanical properties of dental resin composites reinforced with novel bimodal silica nanostructures. *Materials Science & Engineering C*, 50, 266–273. <http://doi.org/10.1016/j.msec.2015.01.090>
- Watts, A., & Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining : a review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6), 309–316.
- Yu, H., Zhang, C., & Cheng, S. (2015). Effects of bleaching agents on dental restorative materials : A review of the literature and recommendation to dental practitioners and researchers. *Journal of Dental Sciences*, 1–7. <http://doi.org/10.1016/j.jds.2014.08.005>
- Zhou, W., Apkarian, R. P., Wang, Z. L., & Joy, D. (2007). *Fundamentals of Scanning Electron Microscopy*. Springer Science. http://doi.org/10.1007/978-0-387-39620-0_1

VIII. Anexos

Estatísticas Descritivas

Variável dependente: Delta E (1)

Resina	Branqueamento	Média	Erro Desvio	N
FZ250	Carbamida	1,9252	,58760	5
	Hidrogénio 8	1,4198	,69627	5
	Hidrogénio 30	1,9346	,49170	5
	Total	1,7599	,60680	15
Supreme	Carbamida	1,4346	,84976	5
	Hidrogénio 8	1,8212	,67476	5
	Hidrogénio 30	2,3396	,76384	5
	Total	1,8651	,80646	15
Enamel	Carbamida	2,1284	,89847	5
	Hidrogénio 8	2,1602	,79552	5
	Hidrogénio 30	2,1054	,50193	5
	Total	2,1313	,69569	15
Controlo	Z250	2,5714	,45267	5
	Supreme	2,8590	,35380	5
	Enamel	2,3596	,57384	5
	Total	2,5967	,48298	15
Total	Carbamida	1,8294	,79150	15
	Hidrogénio 8	1,8004	,73995	15
	Hidrogénio 30	2,1265	,58077	15
	Z250	2,5714	,45267	5
	Supreme	2,8590	,35380	5
	Enamel	2,3596	,57384	5
	Total	2,0883	,71983	60

Estatísticas Descritivas

Variável dependente: Delta E (2)

Resina	Branqueamento	Média	Erro Desvio	N
FZ250	Carbamida	2,7282	,24578	5
	Hidrogénio 8	2,6878	,54953	5
	Hidrogénio 30	2,0184	,61278	5
	Total	2,4781	,56951	15
Supreme	Carbamida	2,4192	,43842	5
	Hidrogénio 8	2,5292	,95846	5

Avaliação da Rugosidade de Superfície e Cor de Resinas Compostas Após Branqueamento

	Hidrogénio 30	2,1434	,54492	5
	Total	2,3639	,65608	15
Enamel	Carbamida	2,6450	,21881	5
	Hidrogénio 8	2,5412	,15577	5
	Hidrogénio 30	2,2080	,65918	5
	Total	2,4647	,42661	15
Controlo	Z250	2,7274	1,86221	5
	Supreme	2,6638	,37575	5
	Enamel	2,5426	,19713	5
	Total	2,6446	1,02399	15
Total	Carbamida	2,5975	,32267	15
	Hidrogénio 8	2,5861	,60105	15
	Hidrogénio 30	2,1233	,56825	15
	Z250	2,7274	1,86221	5
	Supreme	2,6638	,37575	5
	Enamel	2,5426	,19713	5
	Total	2,4879	,69383	60